

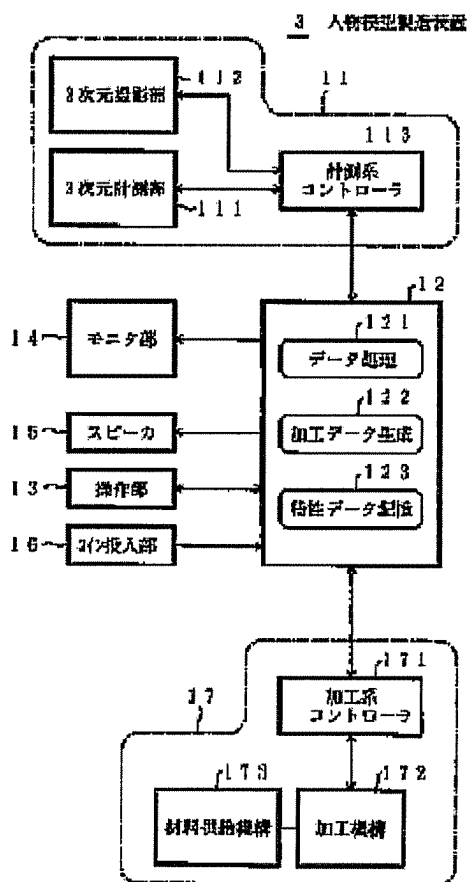
THREE-DIMENSIONAL MEASURING APPARATUS

Patent number: JP11160022
Publication date: 1999-06-18
Inventor: SATO TOMONORI; TAKASHIGE YOSHIRO; KONDO TAKASHI; NAKANISHI MOTOHIRO; HAGIMORI HITOSHI
Applicant: MINOLTA CO LTD
Classification:
- international: A63H9/00; B23Q15/00; B44B1/02; G01B11/00; G01B11/24; G06T1/00; G06T7/00; A63H9/00; B23Q15/00; A63H9/00; B23Q15/00; B44B1/00; G01B11/00; G01B11/24; G06T1/00; G06T7/00; A63H9/00; B23Q15/00; (IPC1-7): A63H9/00; B23Q15/00; G01B11/00; B44B1/02; G01B11/24; G06T7/00
- european:
Application number: JP19970327960 19971128
Priority number(s): JP19970327960 19971128

Report a data error here

Abstract of JP11160022

PROBLEM TO BE SOLVED: To prolong the life of a three-dimensional measuring apparatus by setting the conditions for three-dimensional measurement or analyzing the conditions of an object by using a two-dimensional image sensing part for preliminary measurement. **SOLUTION:** This apparatus consists of a three-dimensional measuring part 111 which obtains three-dimensional data of an object by irradiating the object with a reference light and receiving its reflected light, a two-dimensional image sensing part 112 which obtains two-dimensional data by image-sensing the object, a means 113 which operates the two-dimensional image-sensing part 112 for preliminary image sensing, a control part 12 which analyzes the state of the object on the basis of two-dimensional data obtained by the two-dimensional image sensing part 112, a monitor part 14 which outputs an alarm when the control part 12 judges that an object is not in the state suitable for obtaining three-dimensional data, and a control part 12 which operates the three-dimensional measuring part 111 for main measurement when the state is judged to be excellent.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

特開平11-160022

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月18日

(51) Int.Cl.⁵

識別記号

F I

G 0 1 B 11/00
 B 4 4 B 1/02
 G 0 1 B 11/24
 G 0 6 T 7/00
 // A 6 3 H 9/00

G 0 1 B 11/00 H
 B 4 4 B 1/02
 G 0 1 B 11/24 K
 A 6 3 H 9/00 S
 B 2 3 Q 15/00 3 0 5 C

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 25 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平9-327960

(22) 出願日

平成9年(1997)11月28日

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72) 発明者 佐藤 友則

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(72) 発明者 高重 嘉郎

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 久保 幸雄

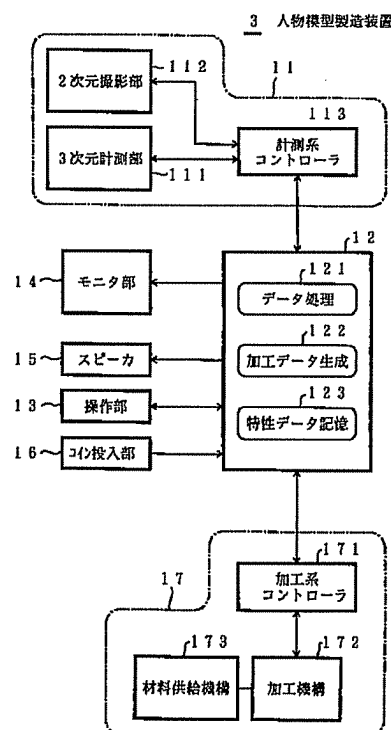
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元計測装置

(57) 【要約】

【課題】 予備計測のために2次元撮像部を用いることにより3次元計測のための条件設定又は対象物の状態分析を行うようにし、これによって3次元計測装置の寿命を延ばすことを可能にする。

【解決手段】 対象物に対し参照光を照射しその反射光を受光することによって対象物の3次元データを得る3次元計測部111と、対象物を撮影して2次元データを得る2次元撮像部112と、2次元撮像部112を予備撮影のために動作させる手段113と、2次元撮像部112により得られる2次元データに基づいて対象物の状態を分析する制御部12と、制御部12によって対象物が3次元データを得られる良好な状態でないと判断されたときに警告を出力するモニター部14と、良好な状態であると判断されたときに3次元計測部111を本計測のために動作させる制御部12とを有してなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】対象物を撮影してその3次元データを得るための3次元計測装置であって、
前記対象物に対し参照光を照射しその反射光を受光することによって前記対象物の3次元データを得る3次元計測部と、
前記対象物を撮影して2次元データを得る2次元撮像部と、
前記2次元撮像部を予備撮影のために動作させる手段と、
前記2次元撮像部により得られる2次元データに基づいて前記対象物の状態を分析する分析手段と、
前記分析手段によって前記対象物が3次元データを得られる良好な状態でないと判断されたときに警告を出力する手段と、
前記分析手段によって前記対象物が3次元データを得られる良好な状態であると判断されたときに前記3次元計測部を本計測のために動作させる手段と、
を有してなることを特徴とする3次元計測装置。

【請求項2】対象物を撮影してその3次元データを得るための3次元計測装置であって、
前記対象物に対し参照光を照射しその反射光を受光することによって前記対象物の3次元データを得る3次元計測部と、
前記対象物を撮影して2次元データを得る2次元撮像部と、
前記2次元撮像部を予備撮影のために動作させる手段と、
前記2次元撮像部により得られる2次元データに基づいて前記対象物の3次元計測のための条件を設定する設定手段と、
設定手段により設定された条件によって前記3次元計測部を動作させる手段と、
を有してなることを特徴とする3次元計測装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、対象物を撮影してその3次元データを得るための3次元計測装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、レンジファインダと呼称される非接触型の3次元計測装置が知られている。非接触型は、接触型に比べて高速の計測が可能であることから、CGシステムやCADシステムへのデータ入力、身体計測、ロボットの視覚認識などに利用されている。

【0003】レンジファインダに用いられる計測方法として、スリット光投影法（光切断法ともいう）又はパターン投影法が知られている。これらの方法は、特定の参照光（検出光ともいう）を計測対象に照射し、三角測量の原理で3次元画像（距離画像、3次元データ、又は3

次元形状データともいう）を得る能動的計測方法の一種である。スリット光投影法では、スリット光を照射し且つ偏向することによって計測対象を走査する。パターン投影法では、複数の2次元パターン光を順次照射する。得られた3次元画像は、計測対象上の複数の部位の3次元位置を示す画素の集合である。

【0004】このような3次元計測装置には、投光部、受光部、及び演算部が備えられている。投光部によって計測対象にスリット光を照射し、その反射光を受光部で受光することによって計測対象を撮影し、受光部からの出力などに基づいて演算部で3次元データを算出する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来の3次元計測装置では、本計測を行う前に予備計測を行い、予備計測により得られる3次元データに基づいて本計測のための計測条件を調整することが行われている。例えば、仮設定された強度によってレーザ光を発光させ、その受光出力に応じて本計測におけるレーザ光の強度が設定される。

【0006】しかし、予備計測において3次元計測装置を動作させると、参照光を照射するための半導体レーザや偏向のためのガルバノミラーの寿命がそれだけ早くなり、また、予備計測の動作及びデータ処理に長い時間を要し、3次元計測に要する時間が長くなる。

【0007】本発明は、上述の問題に鑑みてなされたもので、予備計測のために2次元撮像部を用いることにより3次元計測のための条件設定又は対象物の状態分析を行うようにし、これによって3次元計測装置の寿命を延ばすことを可能にするとともに、3次元計測に要する時間を短縮することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明に係る装置は、上述の課題を解決するため、対象物を撮影してその3次元データを得るための3次元計測装置であって、前記対象物に対し参照光を照射しその反射光を受光することによって前記対象物の3次元データを得る3次元計測部と、前記対象物を撮影して2次元データを得る2次元撮像部と、前記2次元撮像部を予備撮影のために動作させる手段と、前記2次元撮像部により得られる2次元データに基づいて前記対象物の状態を分析する分析手段と、前記分析手段によって前記対象物が3次元データを得られる良好な状態でないと判断されたときに警告を出力する手段と、前記分析手段によって前記対象物が3次元データを得られる良好な状態であると判断されたときに前記3次元計測部を本計測のために動作させる手段と、を有してなる。

【0009】請求項2の発明に係る装置は、前記対象物に対し参照光を照射しその反射光を受光することによって前記対象物の3次元データを得る3次元計測部と、前記対象物を撮影して2次元データを得る2次元撮像部と、前記2次元撮像部を予備撮影のために動作させる手

段と、前記２次元撮像部により得られる２次元データに基づいて前記対象物の３次元計測のための条件を設定する設定手段と、設定手段により設定された条件によって前記３次元計測部を動作させる手段と、を有してなる。

【００１０】分析手段は、対象物の状態を分析して判断するが、その分析内容として、例えば、対象物が所定の距離範囲内にあるか否か、対象物に髪の毛のような３次元計測が不可能又は困難な物が掛かっていないか否か、対象物が正面を向いているか否かなどを分析する。分析のために、例えば、画像解析、画像抽出、その他の画像処理が行われる。分析の結果、対象物が３次元データを得られる良好な状態でないと判断されたときには、表示面への表示、又は音声の発生などによって警告が発せられる。

【００１１】設定手段は、３次元計測のための条件を設定するが、その設定内容として、例えば、対象物の反射率を予測して参照光を射出するためのレーザ光の強度を設定し、また対象物の存在する範囲を検出してその範囲内のみの３次元計測を行うように走査や演算処理の範囲を設定する。

【００１２】分析手段、設定手段、及び演算や他の処理を行う手段として、適当な電子デバイスからなるハードウェア回路、プログラムを実行するコンピュータ又はマイクロプロセッサにより実現される機能、又はそれらの組み合わせを用いることができる。

【００１３】２次元撮像部は、３次元計測部の光学系の一部を共用してもよく、また別個独立でもよい。本発明において、対象物としては、人物の顔、頭部、その他の部分、人物以外の生物、又は無生物であってもよい。計測には測定を含む。３次元データを得るために、スリット光投影法、パターン投影法、その他の方式を用いることが可能である。

【００１４】

【発明の実施の形態】図１は本発明に係る人物模型製造システム１の外観を示す図、図２は人物模型製造装置３の構成を示すブロック図、図３は操作部１３を示す正面図、図４は背景幕４の位置を示す図である。

【００１５】人物模型製造システム１は、その利用客であり計測対象でもある操作者HMがコインを投入して必要な操作を行うことにより、操作者HMの頭部HMhの形状を３次元計測し、その計測結果に基づいてその場で材料を自動的に加工し、操作者HMの顔をかたどった立体模型（人物模型）MSを製造して販売する装置である。

【００１６】図１及び図２において、人物模型製造システム１は、人物模型製造装置３及び背景壁としての背景幕４からなる。背景幕４は、青色であり、操作者HMの背後に背景として配置されている。

【００１７】人物模型製造装置３は、計測部１１、制御部１２、操作部１３、モニタ部１４、スピーカ１５、コ

イン投入部１６、加工部１７、及び排出部１８からなる。これらは、本体ケース１０に内蔵され、又はその一部が本体ケース１０の表面に露出するように取り付けられる。

【００１８】計測部１１は、３次元計測部１１１、２次元撮影部１１２、及び計測系コントローラ１１３からなる。３次元計測部１１１は、操作者HMの頭部HMh、特にそのうちの顔HMfを撮影して３次元データを得るためのものである。２次元撮影部１１２は、操作者HMの頭部HMhの全体及び胴体部HMbの一部を撮影し、その２次元データ（カラー画像データ）を得るためのものである。

【００１９】３次元計測部１１１は、参照光を照射するための投光窓２０ａ及びその反射光を受光するための受光窓２０ｂを有する。受光窓２０ｂは２次元撮影部１１２と共用される。投光窓２０ａ及び受光窓２０ｂは、図１に示すように、本体ケース１０の前面であって且つモニタ部１４の表示面１４ａの上辺に沿って、左右に基線長の分だけ互いに間隔をあけて配置される。

【００２０】３次元計測部１１１は、投光窓２０ａ及び受光窓２０ｂから一定の距離の範囲内にある計測対象に対して３次元計測が可能である。この計測可能な距離の範囲を計測可能距離範囲という。つまり、計測可能距離範囲の内側の対象物については正常な３次元データを得ることが可能であり、計測可能距離範囲の外側の対象物は計測不可能であって３次元データを得ることができない。計測可能距離範囲は図４において「 d' 」で示される。計測可能距離範囲は、後述の撮像面S２における有効受光領域Aeのシフト方向の画素数（ブロック数ともいう）、及び参照光の届く範囲に依存する。

【００２１】人物模型製造システム１において、操作者HMが操作部１３を操作可能な通常的位置にいる限りは、この計測可能距離範囲の内側に入るようになっており、計測を正常に行って３次元データを得ることができる。しかし、もし操作者HMが計測可能距離範囲に入っていない場合、例えば遠すぎる場合には、近づくように警告が発せられる。なお、後述するように、背景幕４は計測可能距離範囲の外側に配置されている。

【００２２】計測部１１の光学ユニットが射出するスリット光（所定幅 w の帯状のレーザビーム）Uは、投光窓２０ａを通過して操作者HMに向かう。スリット光の長さ方向の放射角度 ϕ は固定である。操作者HMの表面で反射したスリット光の一部が受光窓２０ｂを通過して光学ユニットに入射する。

【００２３】計測系コントローラ１１３は、３次元計測部１１１及び２次元撮影部１１２を制御するとともに、それらから得られたデータを処理して３次元データ及び２次元データを算出する。詳細は後述する。

【００２４】制御部１２には、データ処理部１２１、加工データ生成部１２２、特性データ記憶部１２３が設け

られる。制御部12は、計測部11によって得られた3次元データ及び2次元データに基づいて、加工部17を制御し、加工部17において供給される材料に加工を行って操作者HMの立体模型を製造する。また、撮像された操作者HMの2次元画像（カラー画像）を確認のためにモニタ部14に表示し、また、操作者HMの位置や顔の向きが悪い場合にモニタ部14への表示やスピーカ15による音声によってその旨を警告するように制御する。さらに、操作部13からの指令に対応して動作モードを切り換えるなど、人物模型製造装置3の全体を制御する。詳細は後のフローチャートで説明する。なお、制御部12は、種々の電子デバイスを用いたハードウェア回路、プログラムを実行するコンピュータ又はマイクロプロセッサの機能、又はそれらの組み合わせなどにより実現することができる。

【0025】操作部13には、図3に示すように、スタートボタン131、確認ボタン（OKボタンともいう）132、キャンセルボタン（NGボタンともいう）133、及びジョイスティック134が備えられる。確認ボタン132は、例えばモニタ部14に表示される確認画面や選択画面でOKを出すときに押され、キャンセルボタン133はモニタ部14に表示される操作者HMの画像が想像と異なる場合に再度別のポーズをとるために押される。ジョイスティック134は、表示面14aに表示される複数のボタン又はGUIなどのいずれかを選択するために用いられる他、表示面14aに表示される画像を3次元の様々な方向に回転させるために用いられる。なお、ジョイスティック134で選択した後は、例えば確認ボタン132を押すことにより、その選択内容に対する入力指示が行われる。

【0026】モニタ部14は、表示面14aが、操作者HMの正面に見えるように本体ケース10の前面ほぼ中央に臨むように設置された表示システムである。モニタ部14は、CRT、LCD、又はPDPなどの表示デバイスを備えた表示装置、又はこれに光学的機構を加えて構成される。表示デバイスの表示部分が表示面14aに一致する場合には、モニタ部14の構造は最も簡単である。表示デバイスを表示面14aよりも奥側に配置し、表示面14aに透明のガラス板を嵌め込むように構成すると、それらの間にミラー又はハーフミラーを配置することができる。特に、後述の変形例のように表示デバイスの表示面の前方にハーフミラーを配置する場合には、表示デバイスを表示面14aの奥に配置する必要がある。この場合には、表示面14aは単なる表示窓と同意である。しかし、本明細書においては、表示面14aが単なる表示窓である場合であっても、操作者HMから表示面14aを通して画像が見えるので「表示面14aに表示される」というように記載する。

【0027】表示面14aには、操作者HMが構図を決めるための2次元画像、操作者HMの3次元計測を行っ

た結果である3次元画像（3次元形状画像）、操作のためのボタン又はGUI、及び操作方法の説明や警告などが表示される。

【0028】スピーカ15からは、人物模型製造装置3の操作方法の説明、使用上の注意、操作者HMの撮影位置及び状態などに対する警告などが、音声で発せられる。適宜、効果音や音楽が流される。スピーカ15は、本体ケース10の前面に配置されているが、本体ケース10の側面、上面、又は底面などに配置してもよい。

【0029】コイン投入部16は、人物模型製造システム1を使用するために必要な料金を操作者HMが投入するためのものである。コインの返却のために返却ボタンが設けられている。正規のコインが投入されると、その旨の信号が制御部12に出力され、立体模型MSの製造に向けて動作が開始される。

【0030】加工部17には、加工系コントローラ171、加工機構172、及び材料供給機構173などが備えられる。材料供給機構173は、加工系コントローラ171の指示によって複数種類の材料の中から必要な材料を選択し、それを加工機構172に供給する。加工機構172は、計測部11で計測された3次元データに基づき、加工系コントローラ171の制御によって、供給された材料に操作者HMの顔HMfの部分加工する。そして、必要に応じて複数の材料又は加工済の材料を接合し、操作者HMの立体模型MSを製作する。製作された立体模型MSは排出部18から排出されるので、操作者HMは自身でそれを取り出して受け取る。なお、制御部12と加工系コントローラ171の制御範囲の受持ちについては、種々の形態を取ることができる。

【0031】背景幕4は、先に述べたように青色であり、操作者HMの背後に背景として配置されているが、その位置は、図4に示すように人物模型製造装置3から見て操作者HMの後方であって3次元計測部111の計測可能距離範囲の外側に配置される。また、背景幕4の大きさに関しては、3次元計測部111及び2次元撮影部112の両方についての撮影範囲、つまり後述する計測用センサ53及びカラーセンサ54の視野範囲のほぼ全域をカバーするように設けられる。なお、2次元撮影部112は、操作者HMのみならず、背景幕4も正常に撮像してそれらのカラー画像データを得ることができる。

【0032】したがって、計測部11によって撮影が行われると、操作者HMの3次元データと、操作者HM及び背景幕4の2次元データとが得られる。つまり、背景幕4は計測可能距離範囲の外側に配置されているので、3次元計測部111による計測を行った場合に、操作者HMについてののみ3次元データが得られ、背景幕4の部分については3次元データを得ることができずエラー情報となる。

【0033】また、背景幕4が青色であるので、3次元

計測部111の照射する参照光の波長域に対して、背景幕4による反射率は極めて低く、3次元計測に必要な受光量が得られない。したがって、背景幕4が青色であることのみによっても、背景幕4の部分については3次元データを得ることはほとんどできず、操作者HMの3次元データのみが得られる。したがって、背景幕4を仮に計測可能距離範囲の内側に配置した場合であっても、3次元計測部111によって操作者HMのみの3次元データが得られる。

【0034】ここで、参照光の波長域に対する背景幕4の反射率の低さの程度は、3次元計測部111によって参照光の反射光が受光されていても、後述する3次元位置演算のルーチン(図30)で計測不可能であると判定される程度であればよい。例えば、そのステップ#111でノーと判断される程度である。この場合には、背景幕4の配置位置についての制約はなくなる。なお、2次元データは撮影範囲の全部について得られるので、得られた2次元データに基づいて種々の画像解析を行うことができる。

【0035】次に、計測部11の構成及び動作について説明する。図5は計測部11の機能構成を示すブロック図、図6はビームスプリッタ52及びセンサ53、54の構成を模式的に示す図である。図5中の実線矢印は電気信号の流れを示し、破線矢印は光の流れを示している。

【0036】図5において、計測部11は、光学ユニットを構成する投光側及び受光側の2つの光学系40、50を有している。光学系40において、半導体レーザ(LD)41が射出する波長670nmのレーザビームは、投光レンズ系42を通過することによってスリット光Uとなり、ガルバノミラー(走査手段)43によって偏向される。半導体レーザ41のドライバ44、投光レンズ系42の駆動系45、及びガルバノミラー43の駆動系46は、システムコントローラ61によって制御される。

【0037】光学系50において、ズームユニット51によって集光された光はビームスプリッタ52によって分光される。半導体レーザ41の発振波長帯域の光は、計測用のセンサ53に入射する。可視帯域の光は、モニタ用のカラーセンサ54に入射する。センサ53及びカラーセンサ54は、どちらもCCDエリアセンサである。ズームユニット51は内焦型であり、入射光の一部がオートフォーカシング(AF)に利用される。AF機能は、AFセンサ57とレンズコントローラ58とフォーカシング駆動系59によって実現される。ズーム駆動系60は電動ズームングのために設けられている。

【0038】センサ53による撮像情報は、ドライバ55からのクロックに同期してメモリ63に格納される。カラーセンサ54による撮像情報は、ドライバ56からのクロックに同期してカラー処理回路67へ転送され

る。カラー処理を受けた撮像情報は、NTSC変換回路70及びアナログ出力端子32を経てオンライン出力され、又はデジタル画像生成部68で量子化されてカラー画像メモリ69に格納される。その後、カラー画像データがカラー画像メモリ69からSCSIコントローラ66へ転送され、デジタル出力端子33からオンライン出力される。なお、カラー画像は、センサ53による距離画像と同一の画角の像である。カラー画像は、制御部12において、操作者HMの状態を検出するのに用いられる他、例えば、3次元形状モデルの不要の頂点を間引くために用いられる。

【0039】出力処理回路62は、センサ53の出力する各画素gの光電変換信号を増幅する増幅器、及び光電変換信号を8ビットの受光データに変換するAD変換部を有している。メモリ63は、200×32×33Byteの記憶容量を持つ読み書き可能なメモリであり、出力処理回路62から出力される受光データを記憶する。メモリ制御回路63Aは、メモリ63への書き込み及び読出しのアドレス指定を行う。

【0040】重心演算回路73は、メモリ63に記憶された受光データに基づいて、3次元データを算出するための基となるデータを算出し出力用メモリ64に出力する。重心演算回路73の構成及び動作については後で詳述する。

【0041】図6において、ビームスプリッタ52は、色分解膜(ダイクロックミラー)521、色分解膜521を挟む2つのプリズム522、523、プリズム522の射出面522bに設けられた赤外線カットフィルタ524、センサ53の前面側に設けられた可視カットフィルタ525、プリズム523の射出面523bに設けられた赤外線カットフィルタ526、及びローパスフィルタ527、528から構成されている。

【0042】ズームユニット51から入射したスリット光UCは、ローパスフィルタ527、プリズム522を通過して色分解膜521に入射する。半導体レーザ41の発振帯域の光U0は色分解膜521で反射し、プリズム522の入射面522aで反射した後、射出面522bからセンサ53に向かって射出する。プリズム522から射出した光U0の内、赤外線カットフィルタ524及び可視カットフィルタ525を透過した光(スリット光)がセンサ53によって受光される。一方、色分解膜521を透過した光C0は、プリズム523を通過して射出面523bからカラーセンサ54に向かって射出する。プリズム523から射出した光C0の内、赤外線カットフィルタ526及びローパスフィルタ528を透過した光がカラーセンサ54によって受光される。

【0043】このように、本実施形態においては、通常の可視光とスリット光Uとが同じ受光窓20bに入射し、それらがビームスプリッタ52によって分岐されるので、2次元画像の撮影と3次元データの計測とが同一

の視点で行われる。

【0044】次に、計測部11による3次元データの算出方法について説明する。図7は計測部11による3次元計測の原理を説明するための図、図8は計測部11における3次元データの算出の原理を説明するための図である。図8では理解を容易にするため、受光量のサンプリングについて5回分のみが示されている。

【0045】図7において、投光の起点Aと受光系のレンズの主点Oとを結ぶ基線AOが受光軸と垂直になるように、投光系と受光系とが配置されている。受光軸は撮像面S2に対して垂直である。図7(c)のように受光系にズームレンズ群を設けた場合には、主点Oは後側主点H'となる。

【0046】スリット光投影法に基づく3次元計測において、計測対象である物体上の点Pの3次元位置は、3次元計測部111からの参照光の照射方向つまり投光角 θ_a と3次元計測部111への入射方向つまり受光角 θ_p との関係に基づいて求められる。

【0047】投光角 θ_a は、スリット光Uの偏向角に基づいて求められる。偏向角の変化量は、角速度と経過時間とに基づいて求められる。したがって、スリット光Uの任意の時点における偏向角は、偏向を開始した時点における偏向角（原点位置）、角速度、及び偏向を開始してから経過時間（計測のタイミング）に基づいて求められる。これらの物理量は、走査手段の駆動信号若しくは位置信号、制御のためのクロック信号、計測のためのサンプリング信号、又は内部時計などから得ることができる。

【0048】受光角 θ_p は、撮像面上の受光位置（ y_p ）に基づいて求められる。CCDセンサのように撮像面が有限個の画素からなる撮像手段を用いた場合に、撮像面上の受光位置は、原始的にはいずれかの画素の位置となり、画素ピッチによって精度が決まってしまう。

【0049】そこで、精度を上げるために補間を行う。補間のために重心演算を行う。補間の方法として、つまり重心演算の方法として、時間重心演算の方法又は空間重心演算の方法が用いられる。

【0050】図8において、センサ53の撮像面S2上で複数画素分となる比較的幅の広いスリット光Uを物体Qに照射する。具体的にはスリット光Uの幅を例えば5画素分とする。スリット光Uは、サンプリング周期毎に撮像面S2上で1画素ピッチ p_v だけ移動するように、図8の上から下に向かって偏向され、それによって物体Qが走査される。サンプリング周期毎にセンサ53から1フレーム分の受光データ（光電変換情報）が出力される。なお、この偏向は実際には等角速度で行われる。

【0051】撮像面S2の1つの画素gに注目すると、本実施形態においては、走査中に行う32回のサンプリングによって32回分の受光データが得られる。これら

32回分の受光データに対する重心演算によって、注目画素gがらむ範囲の物体表面agをスリット光Uの光軸が通過するタイミング（時間重心Npeak又は重心ip）を求める。

【0052】物体Qの表面が平面であって光学系の特性によるノイズがない場合には、注目画素gの受光量は、図8(b)に示すように、スリット光Uが通過するタイミングにおいて多くなり、通常、正規分布に近くなる。同図のようにn回目とその1つ前の(n-1)回目の間のタイミングで受光量が最大であった場合には、そのタイミングが時間重心Npeakとほぼ一致する。

【0053】求めた時間重心Npeakにおけるスリット光の照射方向と、注目画素に対するスリット光の入射方向との関係に基づいて、物体Qの位置（座標）を算出する。これにより、撮像面の画素ピッチ p_v で規定される分解能より高い分解能の計測が可能となる。

【0054】なお、注目画素gの受光量は物体Qの反射率に依存する。しかし、サンプリングの各受光量の相対比は受光の絶対量に係わず一定である。つまり、物体色の濃淡は計測精度に影響しない。

【0055】図9はセンサ53の読出し範囲を示す図である。図9に示すように、センサ53における1フレームの読出しは、撮像面S2の全体ではなく、高速化を図るために撮像面S2の一部である有効受光領域（帯状画像）Aeのみを対象に行われる。有効受光領域Aeは、スリット光Uのある照射タイミングにおける物体Qの計測可能距離範囲に対応する撮像面S2上の領域であり、スリット光Uの偏向にともなってフレーム毎に1画素分ずつシフトする。本実施形態では、有効受光領域Aeのシフト方向の画素数は32に固定されている。CCDエリアセンサの撮画像の一部のみを読み出す手法は、特開平7-174536号公報に開示されている。

【0056】図10はセンサ53の撮像面S2におけるラインとフレームとの関係を示す図である。図10に示すように、撮像面S2の最初のフレームであるフレーム1には、ライン1からライン32までの32（ライン）×200画素分の受光データが含まれる。フレーム2はライン2からライン33まで、フレーム3はライン3からライン34までというように、フレーム毎に1ライン分だけシフトされる。フレーム32はライン32からライン63までである。なお、上述したように1ラインを200画素とする。

【0057】これらフレーム1からフレーム32までの受光データが、出力処理回路62を介してメモリ63に順次転送され、フレーム1、2、3…の順に受光データが記憶される。各フレームに含まれるライン32のデータは、フレーム1については32ライン目、フレーム2については31ライン目というように、フレーム毎に1ラインづつ上方にシフトされている。フレーム1からフレーム32までの受光データがメモリ63に記憶される

と、ライン32の各画素について、時間重心Npeakの算出が行われる。

【0058】ライン32についての演算が行われている間に、フレーム33の受光データがメモリ63に転送されて記憶される。フレーム33の受光データは、メモリ63のフレーム32の次の領域に記憶される。フレーム33のデータがメモリ63に記憶されると、これらフレーム2からフレーム33までに含まれるライン33の各画素について、時間重心Npeakの算出が行われる。

【0059】ライン33についての演算が行われている間に、フレーム34の受光データがメモリ63に転送され、フレーム1の記憶されていた領域に上書きされる。フレーム34のデータがメモリ63に記憶されると、ライン34の各画素について、時間重心Npeakの算出が行われる。このようにして、最終のラインであるライン231まで、合計200ライン分についての時間重心Npeakの算出が行われる。

【0060】次に、重心演算回路73の構成及び重心演算回路73による時間重心Npeakの算出処理について説明する。図11は重心演算回路73の構成を示すブロック図、図12は時間重心Npeakの概念を示す図である。

【0061】図12に示すように、時間重心Npeakは、32回のサンプリングによって得られた32個の受光データについての重心である。各画素についての32個の受光データに、1～32のサンプリング番号を付す。i番目の受光データは x_i で表される。iは1～32の整数である。このとき、iは、1つの画素について、その画素が有効受光領域Aeに入ってからフレーム数を示している。

【0062】1～32番の受光データ $x_1 \sim x_{32}$ についての重心ipは、32個の受光データについて、 $i \cdot x_i$ の総和 $\sum i \cdot x_i$ を x_i の総和 $\sum x_i$ で除すことにより求められる。

【0063】重心演算回路73は、メモリ63から読み出したデータに基づいて、各画素についての重心ip（すなわち時間重心Npeak）を算出する。但し、メモリ63から読み出したデータをそのまま用いるのではなく、各データから定常光データksを減算した値（その値が負になるときは0）を用いる。つまり、センサ53から出力される受光データに対して、定常光データksの分だけ差し引いてオフセットを与えるのである。

【0064】定常光データksは、スリット光Uが入射していないときの画素の受光データに基づいて算出されるデータである。定常光データksは、予め定めた固定値を用いてもよく、又はセンサ53から出力されるデータを用いてリアルタイムで求めてもよい。固定値とする場合には、センサ53の出力が8ビット（256階調）である場合に、例えば「5」「6」又は「10」などとする。リアルタイムで求める場合には、1つの注目画素

についての32個の受光データの前後各2画素分の受光データのそれぞれの平均値を求め、平均値の小さい方を定常光データksとすればよい。その理由は、有効受光領域Aeの前後のいずれかにおいてはスリット光Uが入射していないから、これによってスリット光Uが入射していないときの受光データをリアルタイムで確実に求めることができるからである。また、前後各2画素分の受光データの平均値の大きい方を定常光データksとしてもよい。32個の受光データの前の2画素分の受光データの平均値、又は32個の受光データの後の2画素分の受光データの平均値を用いてもよい。1画素分の受光データを用いてもよい。さらに、物体Qの形状又は受光データに含まれるノイズの状態によっては、それらの値にさらに所定値（例えば「5」）を加算した値を定常光データksとして用い、これによりオフセットを大きくし、不要なノイズ成分を一層確実にカットするようにしてもよい。なお、それらの場合に、1フレームの大きさは、36ライン又は34ライン又は33ラインとなるが、重心ipの算出には32ライン分の32個のデータを用いればよい。

【0065】さて、図11において、重心演算回路73は、定常光データ記憶部731、減算部732、第1加算部733、第2加算部734、及び除算部735からなる。これらはソフトウェアを用いることによって実現されるが、これらの全部又は一部をハードウェア回路により構成することも可能である。

【0066】定常光データ記憶部731は、定常光データksを記憶する。減算部732は、入力された受光データから定常光データksを減算する。ここで、減算部732から出力されるデータをあらためて受光データ x_i とする。第1加算部733は、 $i \cdot x_i$ を $i=1 \sim 32$ について加算し、その合計値を出力する。第2加算部734は、 x_i を $i=1 \sim 32$ について加算し、その合計値を出力する。除算部735は、第1加算部733の出力値を第2加算部734の出力値で除し、重心ipを出力する。第1加算部733の出力値及び第2加算部734の出力値は、それぞれ出力用メモリ64a、bに記憶される。出力用メモリ64a、bに記憶されたデータは、SCSIコントローラ66を介してデジタル出力端子33から制御部12に出力される。制御部12において、これらのデータに基づいて3次元位置演算処理が行われる。

【0067】つまり、時間重心演算の方法では、スリット光Uの偏向にともなって撮像面上の受光位置（yp）が移動するが、撮像面の各画素の出力（x）について、所定期間内における重心（時間重心）Npeakを演算する。ある画素について得られた時間重心Npeakは、その画素の出力（x）が最大となるときタイミング（i）であるから、時間重心Npeakに基づいて投光角θaが求められる。画素の位置は既知であり、それ

が正確な受光位置 (x_p, y_p) である。受光位置 (y_p) から受光角 θ_p が正確に求められる。これら受光角 θ_p 及び投光角 θ_a から物体上の点 P の座標 Z が正確に求められる。したがって、時間重心 N peak 及び受光位置 (x_p, y_p) に基づいて、物体上の点 P の 3 次元位置 (X, Y, Z) が正確に求められる。

【0068】図 13 は撮像面 S2 のフレーム F と計測可能距離範囲との関係を説明する図である。図 13 において、投光角 θ_a が角度 θ_1 のタイミングでは、撮像面 S2 のフレーム 1F が読み出される。同様に、投光角 θ_a が角度 $\theta_2, \theta_3, \theta_4$ のタイミングでは、撮像面 S2 のフレーム 2F, 3F, 4F が読み出される。

【0069】撮像面 S2 上の点 A の画素がにらむ方向については、角度 θ_2 から θ_4 の期間で計測が可能である。したがって、その期間に参照光が照射される点 A を通る光軸上の距離範囲が計測可能距離範囲である。それより遠い距離に計測対象がある場合には、参照光が検出できないため計測不可能である。

【0070】本実施形態では、上述したように、操作者 HM は計測可能距離範囲の内側に位置し、背景幕 4 はその外側に配置され、これによって、操作者 HM のみについて 3 次元データが得られる。

【0071】次に、投光窓 20a 及び受光窓 20b の配置位置について説明する。本装置は、顔の前面を加工するため、できる限り正面から測定（計測）するのが望ましい。測定の視点は、受光窓 20b の位置である。したがって、受光窓 20b を表示面 14a の近傍に配置するのが望ましい。通常、操作者 HM は、表示面 14a を見ながら操作を行うので、表示面 14a に対して正面を向いていることが多いからである。

【0072】投光窓 20a は、基線長を取るために受光窓 20b からある程度離す必要がある。さらに、参照光の影ができないように、できる限り正面に配置した方がよい。例えば、上方から参照光を照射すると、鼻の下が影になって参照光が届かず、測定できない。

【0073】これらの点を考慮して、配置例を以下に説明する。図 14 は投光窓 20a 及び受光窓 20b を表示面 14a の周辺に配置した例を示す図、図 15 は投光窓 20a 及び受光窓 20b の配置可能な位置を説明する図、図 16 は投光窓 20a 及び受光窓 20b を表示面 14a と同一の視線上に配置した例を示す図である。

【0074】図 14 (A) には図 1 に示す本実施形態の配置状態が示されている。つまり、本実施形態において、投光窓 20a 及び受光窓 20b は、表示面 14a の上辺に沿って配置されている。このように配置することによって、投光窓 20a 及び受光窓 20b と表示面 14a との間の操作者 HM から見たパララックスが小さくなり、表示面 14a の方を向いた操作者 HM の顔 HMf を、3 次元計測部 111 によって正面に近い角度から撮影することができる。

【0075】また、図 14 (B) に示すように、投光窓 20a 及び受光窓 20b を、表示面 14a の右辺に沿って配置してもよい。図 14 (C) に示すように、投光窓 20a 及び受光窓 20b を表示面 14a を上下に挟むように配置してもよい。但しこの場合には、投光窓 20a と受光窓 20b との間の基線長を長くする必要がある。これらの配置の場合も、投光窓 20a 及び受光窓 20b と表示面 14a との間のパララックスが小さくなる。

【0076】また、図 15 に示すように、投光窓 20a 及び受光窓 20b の配置位置を、a と c、d と e、f と h、i と j、b と g の各位置のいずれの組み合わせとしても、同様の効果が得られる。投光窓 20a と受光窓 20b の互いの位置を交換してもよい。また、図 15 の例では、投光窓 20a 及び受光窓 20b の位置が表示面 14a の中心線に対して対称となっているが、いずれかの側へ偏らせることも可能である。

【0077】因みに、投光窓 20a 及び受光窓 20b を k と b の各位置に配置した場合には、パララックスが大きくなって操作者 HM の顔 HMf が伏目勝ちになり、写りが悪くなる。また操作者 HM の鼻の影ができ、データの欠落が生じる。

【0078】図 16 に示す例では、モニタ部 14 の表示デバイスは本体ケース 10 の奥の方に配置されており、表示デバイスの表示面 14b と操作者 HM の前方の表示面 14a との間にハーフミラー MR が配置されている。表示面 14a は透明のガラス板からなり、ハーフミラー MR は表示面 14a 及び表示面 14b に対して 45 度傾斜している。投光窓 20a 及び受光窓 20b は、ハーフミラー MR の反射を利用し、操作者 HM の視線を挟むように配置されている。操作者 HM は、表示面 14a を通して、表示デバイスの表示面 14b に表示された画像を見ることができる。

【0079】図 16 に示す例では、操作者 HM が表示面 14a を見る視線と投光窓 20a 及び受光窓 20b とのパララックスを最小にすることができる。したがって、3 次元計測部 111 に用いられる参照光がハーフミラー MR によって半減されるが、その光量に余裕がある場合には非常に有効な配置である。

【0080】なお、投光窓 20a 及び受光窓 20b の位置と表示デバイスの位置とを入れ替えてもよい。その場合には、表示面 14b に表示された画像がハーフミラー MR で反射されて操作者 HM に見えるので、モニタ部 14 の画像を左右反転させておく必要がある。また、投光窓 20a 及び受光窓 20b を、奥に配置された表示デバイスの表示面 14b の周辺に配置することも可能である。その場合の配置位置は図 15 に示す配置に準じればよい。

【0081】次に、加工部 17 の構成及び加工部 17 による加工方法の例について説明する。上述したように、加工部 17 には、加工系コントローラ 171、加工機構

172、及び材料供給機構173が備えられる。加工系コントローラ171は、制御部12から送られるNCデータにしたがって加工機構172を制御する。加工機構172によって、操作者HMの顔HMfの部分が切削加工される。それに用いられる材料は、複数種類例えば5種類の頭部材料の中から操作者HMが予め選択したものが、材料供給機構173によって供給される。頭部材料の加工が終わると、同じく操作者HMが予め選択した胴体部材料と接合され、これによって立体模型が完成する。

【0082】図17は頭部材料AMh1～5及び胴体部材料AMb1～5を示す図、図18は加工された頭部材料AMhと胴体部材料AMbとを接合する状態を示す図、図19は頭部材料AMhの加工前及び加工後の形状の相違を示す図である。

【0083】図17に示すように、人物模型製造システム1において、5種類の頭部材料AMh1～5及び5種類の胴体部材料AMb1～5が準備されている。なお、本明細書において、頭部材料AMh1～5の全体又は一部を指して「頭部材料AMh」と記載することがある。胴体部材料AMb1～5についても同様である。

【0084】頭部材料AMhでは、主として髪形について種々のバリエーションが準備される。胴体部材料AMbでは、主として服装について種々のバリエーションが準備されるが、そのみでなく、人気スターを模したものの、種々の漫画キャラクタ又は空想の人物を模したものの、種々の動物を模したものの、種々の前景を配したもののなどが用いられる。図17(B)の胴体部材料AMbの例では、それぞれ、制服姿、ミッキーマウス、体操服姿、はっぴ姿、及び水着姿が用いられている。

【0085】操作者HMは、これら各5種類の中からそれぞれ1種類づつ、つまり合計25の組み合わせの中から好みの組み合わせを選択することができ、色々なバリエーションを楽しむことができる。

【0086】図19によく示されるように、頭部材料AMhでは、顔AMfの部分に加工しりとなる凸状部fpが設けられている。凸状部fpが、刃物により切削加工され、髪の毛及び耳などの他の部分と連続した顔HMfに形成される。したがって、頭部材料AMhとして、切削が容易であり且つ高精度の加工ができるような材質の材料が用いられる。例えば、ABSなどの合成樹脂、又は木材などが用いられる。また、加工方法に応じて、他の材質、例えば、紙、粘土、金属、合成ゴムなどを用いることも可能である。

【0087】これに対して、胴体部材料AMbとしては、成形が容易で柔らかい材質の材料、例えば、合成ゴム又は軟質の合成樹脂などが用いられる。また、胴体部材料AMbの内部に針金などを埋め込み、手足の形を自由に変えられるようにする機能を付加することもできる。このように、頭部材料AMhと胴体部材料AMbと

にそれぞれ目的に合った異なる材質のものを使用することにより、操作者HMにとって満足度の高い立体模型を提供することができる。

【0088】図18に示すように、頭部材料AMhの首hnの部分には下方へ突出する突起hpが設けられ、胴体部材料AMbの上端には平面部bne、及び上述の突起hpの外径よりも小さい内径の穴bhが設けられる。頭部材料AMhと胴体部材料AMbとの接合に当たっては、突起hpを穴bhに嵌め込み、首hnの下端面hnと胴体部材料AMbの平面部bneとが当接するように圧入される。いずれの種類の頭部材料AMh又は胴体部材料AMbが選択されても、首hnと胴体部材料AMbとが旨く連続して不自然とならないように接合される。

【0089】このように、頭部材料AMhと胴体部材料AMbとが嵌め込みによって一体化され、立体模型MSが製造される。なお、頭部材料AMhのひな型部分ha及び胴体部材料AMbには、予め適当な色及び模様に着色しておいてもよい。その場合に、凸状部fpの色を、顔HMfのと同じ色つまり肌色又は白色にしておく、加工後に着色しなくても他の着色した部分と調和する。

【0090】さらに、顔HMfの眉の部分は黒い毛であり且つ余り突出していないため、3次元計測において平坦に撮影され、3次元データには眉としてのデータが含まれないことが多い。そのため、立体模型MSで眉のない状態となってしまうのを防ぐため、2次元データに基づいて眉の部分を検出し、検出した部分を黒く着色することとすればよい。

【0091】また、嵌め込まれた頭部材料AMhと胴体部材料AMbとは、人の力で引っ張ることにより抜いて分解することができる。つまり、突起hpと穴bhとは、操作者HMが握って引き抜くことができる程度の嵌め合いとなっている。これによって、複数の立体模型MSの相互間で、頭部材料AMhと胴体部材料AMbとを着せ替え人形のように交換することができる。

【0092】なお、嵌め込まれた頭部材料AMhと胴体部材料AMbとを分解する必要のないとき、又は突起hpと穴bhとの嵌め合いが緩くてそのままでは簡単に外れてしまうような場合には、接着剤を併用することが可能である。また、本実施形態においては、加工部17において頭部材料AMhと胴体部材料AMbとを接合して一体化された立体模型MSを排出したが、それらを接合することなく、頭部材料AMhと胴体部材料AMbとが分離した状態で商品として排出し、操作者HMの側でそれらを嵌め込むようにしてもよい。

【0093】さて、図19において、上述したように、頭部材料AMhは、予め所定のひな型形状に形成されたひな型部分haと、顔面の部分に設けられた凸状部fpとからなる。ひな型部分haは、3次元計測部111の撮影によって操作者HMの3次元データの得られない領

域に対応する部分である。ひな型部分h aは、髪、耳、頬の一部、おでこの一部などである。凸状部f pは、3次元計測部111により得られた3次元データに基づいて加工を行うことにより、顔AMfとなる。

【0094】このように、頭部HMhのうち、顔AMfの部分のみを加工し、他の部分はひな型部分h aとすることによって、3次元計測部111による3次元データの取得が容易となり、人物模型製造装置3の大型化を避けることができる。

【0095】すなわち、髪の毛は反射率が低いいため正確な3次元データを得ることができない。髪の毛は細いため、それを忠実に再現するには高精度の3次元計測部が必要であり、3次元データのデータ量が增大して撮影及びデータ処理に多くの時間を要することとなる。また、頭部HMhの全部について3次元データを得ようとする、複数の3次元計測部が必要になったり、また操作者HMを回転させるための装置が必要になるなど、装置が複雑化且つ大型化し、しかも撮影に時間がかかる。3次元データを得難い部分をひな型部分h aとしておくことによって、例えば髪の毛のデータ不足による不具合を解消することができ、また、正面からの一方向のみの撮影で必要な3次元データを取得することが可能であるため、装置の複雑化及び大型化を回避することができる。

【0096】なお、3次元データが得られる部分であっても、その3次元データによる加工を行わずに、ひな型を使用することも可能である。ところで、凸状部f pを加工して顔AMfを形成する際には、加工後の顔AMfとひな型部分h aとが滑らかに連続するように加工される。そのために、顔AMfの3次元データに対するスムージングのための補正処理が行われる。スムージング補正を行うことによって、顔AMfと頬又は髪などの繋ぎが目立たなくなり、違和感をなくすることができる。

【0097】また、加工精度を高めるために、頭部材料AMhの加工の際のチャッキング、つまり位置決めが高精度で行われる。そこで、次にスムージング補正及びチャッキングについて説明する。

【0098】図20は頭部材料AMhにおける顔AMfの領域を示す図、図21は補間処理によってスムージング加工される状態を説明するための図、図22は頭部材料AMhのチャッキング時の位置を精密測定するための位置測定装置310の構成の例を示す図、図23は他の形態の頭部材料AMh1とそれをチャッキングするためのチャック装置320の構成の例を示す図、図24は図23に示す頭部材料AMh1と胴体部材料AMb1との接合による立体模型MS1を示す図である。なお、図21(B)は違和感があつて好ましくない例を示す。

【0099】図20において、凸状部f pは、加工機構172によって加工されるが、凸状部f pの周縁部に設けられる緩衝領域f p rに対応して、凸状部f pの周辺部との間が滑らかになるようにスムージング補正が行わ

れる。

【0100】すなわち、操作者HMの顔HMfの形状はそれぞれ異なる。例えば、おでこの形状はそれぞれ異なるので、3次元計測部111で得られたままの3次元データに基づいて凸状部f pを加工すると、図21(B)に示すように、ひな型部分h aとの境界分DERに線が入るなどして違和感の生じる可能性がある。

【0101】そのような違和感をなくすために、緩衝領域f p rについては、図21(A)に示すごとく、その両側の間が滑らかにつながるように、3次元データに対して補正を加えた補正データが用いられる。

【0102】3次元データの補正処理においては、図21(A)に示すように、まず、緩衝領域f p rの両側にあるおでこの曲線LBの端部と顔の曲線LCの端部とを線分LA1でつなぐ。次に、曲線LB、曲線LC、及び線分LA1をつなぐ1つの曲線が滑らかに違和感なくつながるように、線分LA1を変形して曲線LAとする。その際に、必要に応じて曲線LCに対しても補正を行う。

【0103】また、スムージング補正の他の方法として、緩衝領域f p rを設けない方法がある。これは、図21(B)のように曲線LBと曲線LCとを直接につないだ後で、曲線LCに対して滑らかにつながるように補正を行う。

【0104】なお、各頭部材料AMhのひな型部分h aの3次元データは、制御部12に予め記憶されており、操作者HMによって選択された頭部材料AMhのひな型部分h aについての3次元データが用いられる。その3次元データに基づいて、上述の曲線LBのデータなどが得られる。

【0105】このように、画像処理によって適切な曲線を計算し、補正された3次元データによって実際の加工を行う。補正データの作成つまり3次元データの補正は、制御部12において、3次元データ顔データを加工部17のためのNCデータに変換する際に行われる。

【0106】そして、そのような補正データによる加工によって滑らかに仕上げるには、頭部材料AMhを高精度でチャッキングしておく必要がある。次に加工精度を上げる方法について説明する。

【0107】頭部材料AMhの加工において最も精度を出す方法としては、頭部材料AMhをチャッキングした後、被接触式又は接触式の位置センサによって、X、Y、Zの3方向の全て又はいずれかについて、頭部材料AMhの位置を検出し、それを加工機構172の刃物の初期位置及び加工基準面の傾きにフィードバックする方法がある。この方法によって、加工機構172における加工の基準面と頭部材料AMhの基準面(切削面)とにおける、固体間のばらつき又は頭部材料AMhのチャッキングの誤差など、精度劣化につながる要因を排除することができる。

【0108】図22において、チャッキングされた頭部材料AMhに対して、刃物台FMに取り付けられた各方向のセンサSX、SY、SZから構成される位置測定装置310によって、凸状部fpの各面の位置が測定される。凸状部fpの位置が測定されると、それらの基準位置からのずれが求められ、刃物BTの初期位置にフィードバックされる。なお、刃物BTは刃物台FMに固定され、センサSX、SY、SZと一体的に移動する。

【0109】これによって、頭部材料AMhの位置決めに誤差が生じて、刃物BTの初期位置を凸状部fpの切削面のある決められた位置にもっていくことができる。なお、切削時には、各センサSX、SY、SZが頭部材料AMh及び周辺部と干渉しないようにするため、それらを切削領域から待避させるためのスペースを確保しておく。

【0110】センサSX、SY、SZを使用すると、加工精度を向上させることができるが、コストの上昇とスペースの確保の問題がある。センサSX、SY、SZを使用しないで加工精度を向上させるには、頭部材料AMhを高精度でチャッキングする必要がある。そのためには、頭部材料AMhの形状を高精度のチャッキングが容易なようにしておく必要がある。

【0111】図23において、頭部材料AMh1には、頭の中心から首にかけた鉛直方向に、位置合わせのための金物hhが貫通し、互いに一体的に結合している。金物hhは、頭部材料AMh1の加工基準位置に対して高精度で位置決めされている。金物hhの上端部hhaには、キーホルダーとして使用する際のリングを取り付けるための穴が設けられている。

【0112】チャック装置320は、装置を保持するためのチャッキングユニット321、X方向に沿って開閉する上側チャック部322及び下側チャック部323、Y方向ストッパー324、Z方向ストッパー325、326、及びスプリング327からなる。

【0113】チャック装置320では、頭部材料AMh1を高精度でチャッキングするため、X、Y、Zの全ての方向に対して位置決めを行う。すなわち、上側チャック部322及び下側チャック部323により金物hhを挟み込むことによって、X方向の位置決めを行う。Y方向ストッパー324に金物hhの下端縁を押し当てることにより、Y方向の位置決めを行う。スプリング327によって金物hhをZ方向ストッパー325、326に押し当てることにより、Z方向の位置決めを行う。このように、頭部材料AMh1を高精度でチャッキングしたチャック装置320の全体が、刃物を有した切削ユニットに対して高精度で位置決めされ、切削加工が行われる。金物hhがチャッキングされるので、頭部材料AMhの他の部分には傷が付かないという利点がある。

【0114】図24に示すように、切削加工の完了した頭部材料AMh1は、胴体部材料AMb1と接合されて

一体化される。胴体部材料AMb1の上端には平面部bne1が設けられ、そのほぼ中央にスリット状の穴bh1が設けられる。金物hhの下端部を穴bh1に差し込み、首hn1の下端面を平面部bne1に当接させる。これによって立体模型MS1が組立てられる。

【0115】このように、3次元計測部111で得られた3次元データにスムージング補正を行い、且つ高精度の加工を行うことにより、顔とその周辺部分とのつなぎ目の目立たない加工品が得られ、操作者HMの個人人の顔HMfの表情を再現した立体模型MSを得ることができる。

【0116】図25は他の形態の頭部材料AMh2とそのチャッキング状態を示す図、図26は図25の頭部材料AMh2と胴体部材料AMb2とを接合した立体模型MS2を示す図である。

【0117】図25において、頭部材料AMh2は、首hn2の部分には、下方へ突出する六角柱又は四角柱などの形状の突起hp2が設けられる。突起hp2は、コレットチャック331によりチャッキングを行う。首hn2の下端面2をコレットチャック331の端面331aに当接することにより、Y方向の位置決めを行って精度を確保する。

【0118】図26において、胴体部材料AMb2の上端には平面部bne2、及び上述の突起hp2が嵌入する六角形の穴bh2が設けられる。突起hp2を穴bh2に差し込むことによって、それらが互いに接合され、立体模型MS2が組み立てられる。首hn2の下端面hne2が平面部bne2に当接することによって高さ方向の位置決めが行われる。突起hp2及び穴bh2が六角形であるので、差し込むことによって顔AMf2の向きについての位置決めが行われる。

【0119】上述の実施形態においては、頭部材料AMhと胴体部材料AMbとを接合することによって立体模型MSを組み立てたが、図25に示す頭部材料AMh2のみをそのまま立体模型MS3とすることもできる。

【0120】加工機構172として、切削加工を行う場合には、例えばフライス盤が用いられる。加工機構172には、上述したように、工作物である頭部材料AMhを固定するためのチャック装置やテーブルが備えられる。刃物として、エンドミル、スローアウエイフライスなどが用いられる。切削加工によらない場合には、積層造形法（光造形法を含む）、レーザ加工（熱加工）、放電加工、成型加工（加圧など）などの手法を用いることが可能である。

【0121】材料供給機構173として、例えば合計10種類の材料を収納するストッカーを備え、選択された材料を押し出しロッドにより移送路に送り出し、これをチャック付き移送ロッドによりチャック装置又はテーブルに送り込む装置が用いられる。各材料については、複数個の材料を準備しておき、例えばエレベータによって

順次送りだせばよい。また、多関節のロボット又はマニピュレータを用い、材料を把持してチャック装置に持っていくようにしてもよい。刃物台を固定しておき、ロボットで把持した材料を3次元データに基づいて移動させるようにロボットを制御し、ロボットが材料を把持した状態で加工を行うようにしてもよい。

【0122】加工を終えた頭部材料AMhは、ロボット又は他の自動化装置により胴体部材料AMbと接合される。接合により組み立てられた立体模型MSは、排出部18から排出される。なお、上述したように、頭部材料AMhと胴体部材料AMbとを別々に排出してもよい。

【0123】次に、計測部11及び制御部12の動作を、フローチャートを参照して計測の手順と合わせて説明する。図27～図29は制御部12の処理動作を示すフローチャート、図30は制御部12における3次元位置演算の処理手順を示すフローチャートである。

【0124】図27において、電源が投入されると、まず、制御部12の初期化が行われ（#11）、計測部11及び加工部17に電源が供給されて初期化が行われる（#12）。モニタ部14には、ユーザの興味を引きつけるための画像がデモ表示され、スピーカ15から音楽が流される（#13）。人物模型製造装置3の機能の説明及び注意を行う画面も表示される。この状態で、コイン投入部16にコインの投入されるのを待つ（#14）。

【0125】コインが投入されると、表示面14aに髪形選択画面が表示される（#15）。髪形選択画面では、複数種類の髪形の画像が表示されるので、操作者HMは、操作部13を操作してその中から自分の好みの髪形を選択する（#16）。髪形を既成のものから選ぶのは、髪の毛の3次元データを得るのが容易ではなく且つ加工も困難であるからである。

【0126】髪形の選択の次に、胴部選択画面が表示される（#17）。胴部選択画面では、複数種類の胴体部の画像が表示されるので、操作者HMは、操作部13を操作してその中から自分の好みの胴体部を選択する（#18）。3次元データを撮影して新たに模型を製作するのは操作者HMの顔HMfの部分のみであるから、胴体部は既成のものから選択してもらう。髪形選択画面に表示される髪形及び胴部選択画面に表示される胴体部は、加工部17において準備されている頭部材料AMh及び胴体部材料AMbに対応している。

【0127】次に、モード選択画面が表示される（#19）。モードとして、「うるさいモード」と「うるさくないモード」がある。「うるさいモード」では、以降における全ての判定及び警告のための処理が実行される。

「うるさくないモード」は、操作者HMに対してお好きなように撮って下さいというモードであり、以降における全ての判定及び警告は一切行われぬ。操作者HMは、操作部13を操作していずれかのモードを選択する

（#20）。「うるさいモード」が選択された場合には（#21でイエス）、「うるさいフラグ」がセットされる（#22）。「うるさいフラグ」がない場合には、以降の判定処理及び警告処理は全てジャンプする。

【0128】次に、選択内容確認画面が表示される（#23）。選択内容確認画面は、これまでに操作者HMが選択した内容を一覧表示する画面である。操作者HMは、それに対応して操作部13を操作する。キャンセルボタン133が押されると（#24でイエス）、ステップ#15に戻って選択をやり直す。確認ボタン132が押されると（#25でイエス）、ステップ#31に進む。また、コイン投入部16の返却ボタンが押されると（#26でイエス）、コイン返却処理が実行され（#27）、ステップ#13に戻る。なお、キャンセルボタン133を押して選択をやり直すことのできる回数は限定されている。

【0129】図28において、ステップ#31で、選択された髪形の情報をメモリに記憶し、その髪形を表示面14aに表示する。また、髪形の情報を加工部17に送ってそれに応じた頭部材料AMhを選択するようにセットする。「うるさいフラグ」が立っている場合には（#32でイエス）、プリ3次元計測を行う（#33）。プリ3次元計測では、3次元計測部111による撮影を行って大まかな3次元データを得る。ここで、後述する3次元位置演算処理が行われる。得られた3次元データは、以降の判定に用いられ、これによって各種の警告の要否が決定される。

【0130】次に、2次元撮影部112によって、操作者HMを撮影する（#34）。2次元撮影部112によって、操作者HMの頭部HMhの全体及び胴体部HMbの一部が撮影され、2次元データ（カラー画像データ）が得られる。撮影した2次元データの中の顔HMfの部分を、表示面14aに表示された髪形の中に張り付けて表示する（#35）。

【0131】以下に説明するステップ#37からステップ#50の処理は、「うるさいフラグ」が立っている場合にのみ実行される。「うるさいフラグ」がない場合はステップ#61にジャンプする（#36）。

【0132】まず、遠近判定が行われる（#37）。この判定では、撮影された操作者HMの顔が予め設定された基準範囲の大きさであるか否かが判断される。撮影された顔が大きすぎたり小さすぎたりすると、頭部材料AMhを加工したときにひな型部分haと旨くつながらず、違和感が生じてしまうからである。その判断の方法として、3次元データを用いる方法と2次元データが用いる方法とがある。2次元データを用いる方法では、例えば、2次元データの中の操作者HMの領域と背景幕4の領域とを区画し、2次元データの全体の中で顔HMfの部分の占める割合を求めて判断を行う。2次元データを用いて遠近判定を行うようにすると、プリ3次元計測

を一層簡略化することが可能である。

【0133】操作者HMの位置が遠すぎる場合には（#38でイエス）、表示面14aに「近づいて下さい」と警告を表示する（#39）。近すぎる場合には（#40でイエス）、「離れて下さい」と警告を表示する（#41）。警告を表示した後は、再度の撮影を行うためにステップ#32に戻る。しかし、遠近判定を2次元データに基づいて行う方法を採用した場合には、ステップ#34にジャンプするようにしてもよい。

【0134】メガネ判定が行われる（#42）。この判定では、原則として、撮影された操作者HMの目の周辺に異常データが検出された場合に、操作者HMがメガネを着用していると判断する。メガネを着用している場合には（#43）、表示面14aに「メガネをとって下さい」と警告を表示する（#44）。

【0135】髪の判定が行われる（#45）。この判定は、3次元計測部111では髪の3次元データが得られず、髪が顔HMfの部分に掛かっている場合にはその部分の加工が不可能であるので、それを警告するために行われる。また、3次元データを補間したとしても、違和感が生じることが多いからである。ここでの判定の方法として、次に述べる方法がある。なお、先の遠近判定による処理を通過することによって顔の大きさが適切に調整されているので、顔の3次元データとしてほぼ一定の大きさのデータが取り込まれるはずである。

【0136】第1の方法は、その3次元データの量が極端に少ない場合に、髪が顔に掛かっていると判断する。第2の方法は、3次元データの中で欠落データが多いことによって判定する。第3の方法は、2次元データから肌の色を分析し、髪の部分のみを抽出する。第3の方法によると、2次元データから3次元データの欠陥を予測できることとなるので、プリ3次元計測を一層簡略化することが可能である。髪が顔に掛かっている場合には警告が必要であると判断し（#46でイエス）、表示面14aに「髪をかきあげて下さい」と警告を表示する（#47）。

【0137】顔横向き判定が行われる（#45）。ここでは、操作者HMの顔が正しく正面を向いているか否かを判定する。通常、立体模型MSとしては正面を向いているものが望まれるので、別の方向を向いていると失敗作となるからである。判定のために、3次元データにより、鼻の先端と口の先端から顔の中心軸が抽出される。3次元データの顔における中心軸の位置から、顔が正面を向いているのか横を向いているのか判定される。横を向いている場合には警告が必要であると判断し（#49でイエス）、表示面14aに「正面を向いて下さい」と警告を表示する（#50）。顔の中心軸が検出できなかった場合は正面を向いていると判断し、警告不必要と判定する。

【0138】図29において、選択内容を確認するため

に「これでいいですか」と表示する（#61）。操作者HMは、それに対応して操作部13を操作する。キャンセルボタン133が押されると（#62でイエス）、ステップ#32に戻ってやり直す。確認ボタン132が押されると（#63でイエス）、投光窓20a及び受光窓20bの近傍に設けられたランプが点滅する（#64）。「点滅を見て下さい」と表示面14aに表示し（#65）、且つスピーカ15から音声を出す（#66）。これによって、操作者HMの視線が正面を向くように誘導され、顔HMfを正面に近い位置から撮影することができる。

【0139】3次元本計測を行う（#67）。3次元本計測では、3次元計測部111による撮影を行って3次元データを得る。ここでも後述する3次元位置演算処理が行われる。得られた3次元データに基づいて頭部材料AMhの加工が行われる。撮影は1回でもよいが、複数回行ってもよい。複数回の撮影を行う場合には、撮影の方法、及び得られた複数の3次元データの使用方法などについて、種々の実施形態が考えられる。

【0140】第1の例は、同じ位置から複数回の撮影を行い、得られた3次元データの中で最もよい3次元データ、例えば欠落データの最も少ない3次元データを用いる。複数回の撮影を行うには、例えば、撮影回数のカウンタに回数をセットし、3次元計測を行う度毎にカウンタをデクリメントし、カウンタが0になれば撮影を終了する。第2の例は、同じ位置から複数回の撮影を行い、得られた3次元データのよいところを行う。つまり、データの欠落する部分を互いに補い合って欠落のない3次元データを作成する。

【0141】第3の例は、3次元計測部111を複数個設置しておき、それらによって操作者HMの顔HMfを異なる角度から撮影する。得られた複数の3次元データをデータ処理によって繋ぎ合わせて1つの完全な3次元データとする。第4の例は、1つの3次元計測部111を移動可能に設置しておき、異なる位置から操作者HMの顔HMfを撮影する。第5の例は、操作者HMの位置の床面に回転テーブルを設置しておき、回転テーブルを左右に回転させて操作者HMの顔HMfを左右に向けさせ、色々な角度から操作者HMの顔HMfを撮影する。

【0142】次に、得られた3次元データに、予め準備された3次元データである髪データ及び胴体データをはりつける（#68）。はりつけのために、必要な演算が行われる。できあがった全体の3次元データを、特性データ記憶部123に記憶し、それを表示面14aに表示する（#69）。同時に、操作者HMの確認のために

「これでいいですか」と表示面14aに表示する（#70）。操作者HMは、それに対応して操作部13を操作する。キャンセルボタン133が押されると（#71でイエス）、ステップ#32に戻ってやり直す。確認ボタン132が押されると（#72でイエス）、顔の3次元

データを加工のためのNCデータに変換する（# 7 3）。変換処理においては、倍率変換及び解像度変換が行われ、また顔HM fとその周辺部分との境界部分である緩衝領域 f p r についてスムージング補正が行われる。変換されたNCデータは加工部 1 7 に送られる（# 7 4）。加工部 1 7 において、加工が開始される（# 7 5）。

【0143】表示面 1 4 a には、顔の 3 次元データに髪データ及び胴体データをはりつけたものを表示し（# 7 6）、加工が完了するまでそれを回転させて表示する（# 7 7）。加工が完了すると、加工された頭部材料 A M h と選択されて供給された胴体部材料 A M b とを接合して組み立てた後（# 7 9）、完成した立体模型 M S を排出部 1 8 に排出する（# 8 0）。そして「うるさいフラグ」をクリアする（# 8 1）。

【0144】図 3 0 に示すように、制御部 1 2 においては、3 次元位置演算処理が実行され、これによって 200×200 個のサンプリング点（画素）の 3 次元位置（座標 X, Y, Z）が算定される。サンプリング点はカメラ視線（サンプリング点と前側主点 H とを結ぶ直線）とスリット面（サンプリング点を照射するスリット光 U の光軸面）との交点である。

【0145】まず、計測部 1 1 から送られてきた x_i の総和 Σx_i が所定値を上回っているかどうかを判定する（# 1 1 1）。 x_i が小さい場合、つまりスリット光成分の総和 Σx_i が所定の基準に満たない場合には誤差を多く含んでいるので、その画素については 3 次元位置の算出を実行しない。そして、その画素については「エラー」を示すデータを設定して記憶する（# 1 1 7）。 Σx_i が所定値を上回っている場合には十分な精度が得られるので、3 次元位置の算出を実行する。

【0146】3 次元位置の算出に先立って、スリット光 U の通過タイミング n o p を算出する（# 1 1 2）。通過タイミング n o p は、 $i = 1 \sim 32$ について $(\Sigma i \cdot x_i) / (\Sigma x_i)$ を計算して重心 i p（時間重心 N p e a k）を求め、これにライン番号を加算することによって算出される。

【0147】すなわち、算出された重心 i p は、その画素の出力が得られている 3 2 フレーム内のタイミングであるので、ライン番号を加えることによって走査開始からの通過タイミング n o p に変換する。具体的には、ライン番号は、最初に算出されるライン 3 2 の画素については「32」、次のライン 3 3 については「33」となる。注目画素 g のラインが 1 つ進む毎にライン番号は 1 つ増大する。しかし、これらの値は他の適当な値とすることが可能である。その理由は、3 次元位置を算出する際に、係数である X 軸周りの回転角及び X 軸周りの角速度などをキャリブレーションにより適切に設定することができるからである。

【0148】そして 3 次元位置算出を行う（# 1 1

3）。算出された 3 次元位置は、その画素に対応するメモリ領域に記憶し（# 1 1 4）、次の画素について同様の処理を行う（# 1 1 6）。総ての画素についての処理が終わると終了する（# 1 1 5 でイェス）。

【0149】上述の実施形態においては、計測部 1 1 によって操作者 HM のみの 3 次元データを得るために、背景幕 4 を計測可能距離範囲の外側に配置し、また背景幕 4 の色を参照光の波長域に対して低反射率としたが、この他、次に述べる変形例のように構成することもできる。

【0150】図 3 1 は第 1 の変形例の背景幕 4 b を示す図である。図 3 1 に示すように、背景幕 4 b は、3 次元計測部 1 1 1 の投光窓 2 0 a から照射される参照光に対して拡散反射率の低いものであり、且つ、参照光の背景幕 4 b による正反射光が受光窓 2 0 b に受光されない位置に配置されている。このようにすると、背景幕 4 b からの反射光はほとんど受光窓 2 0 b に入射しないため、背景幕 4 b の 3 次元データは得られない。しかし、操作者 HM の顔 HM f 又などは十分に拡散反射を行うので、3 次元計測部 1 1 1 による 3 次元データの計測が可能である。したがって、操作者 HM が撮影範囲内に位置することによって、操作者 HM のみの 3 次元データを得ることができる。

【0151】また、3 次元計測部 1 1 1 によって得られた 3 次元データから、背景幕 4 の配置された距離位置の近傍の 3 次元データを削除する手段を設けておいてもよい。例えば、図 3 0 のフローチャートに対応する図 3 2 のフローチャートに示すように、ステップ # 1 1 3 a で 3 次元位置が背景幕 4 の距離の近傍であるか否かを判断し、幕距離近傍であればステップ # 1 1 7 にジャンプし、エラー情報と同等に扱うように処理を行えばよい。なお、この例は、アクティブ方式に限定されるものではなく、パッシブ方式（例えばステレオ視方式）にも適用可能である。

【0152】第 2 の変形例は、上述のように背景幕 4 を青色とすることに加えて、背景幕 4 に対する反射光強度を予め測定しておき、その強度以下の受光出力を使用しないように構成する。

【0153】そのための具体的な構成を説明すると、図 2 7 に示すフローチャートのステップ # 1 2 の次に、背景幕 4 に対する反射光強度を測定するための「幕測定」の処理ブロックを追加する。この場合には、電源が投入されて各部の初期化が終わった後、幕測定処理が行われる。幕測定処理が終わった後にデモ表示を行う。

【0154】図 3 3 は幕測定処理のフローチャートである。幕測定処理では、通常の 3 次元計測を行うのと同様に、背景幕 4 に対してスリット光を走査して照射し、その反射光を受光する（# 1 2 1）。受光出力は一旦メモリに記憶する。これによって、メモリには、各画素について図 1 2 に示すようなデータが揃う。その内の最大値

の受光データを検出し、検出した最大値のデータと図11の元の定常光データ731との和の値を定常光データ731として設定する(#122)。定常光データ731は各画素毎に設定される。これによって、以降の3次元計測において、背景幕4からの反射光成分はカットされる。なお、計測対象である操作者HMの反射率は背景幕4よりも高いので、計測のためのスリット光成分は十分に受光される。

【0155】なお、背景幕4、4bとして種々の材料からなる幕及び壁が含まれる。例えば、織布、不織布、紙、合成樹脂、合成ゴム、又は金属などからなる幕、材木、土、コンクリートなどからなる壁などを用いることができる。

【0156】上述の実施形態において、操作者HMの状態の分析、つまり操作者HMの遠近判定、メガネ判定、及び髪が顔に掛かっていないかどうかなどの判定のために、2次元データを用いることによって、プリ3次元計測を一層簡略化し、又はプリ3次元計測を省略することが可能である。プリ3次元計測を省略することができれば、それだけ3次元計測部111の寿命が延びるとともに、3次元計測及びデータ処理に要する時間が短縮され、全体の処理時間が短縮される。

【0157】また、2次元データに基づいて3次元計測の条件を設定することもでき、その場合もプリ3次元計測を一層簡略化し又は省略することが可能である。その例を挙げると、2次元データに基づいて、計測対象である操作者HMの反射率を予測し、その結果に基づいて3次元計測のためのレーザ光強度を設定し、この設定に基づいて半導体レーザ41を制御する。また、2次元データに基づいて操作者HMの位置を検出し、3次元計測の必要な部分を抽出して設定する。この場合に、3次元計測部111は、設定された部分のみについて3次元計測を行う。本実施形態に当てはめれば、2次元データに基づいて顔HMfの部分又は頭部HMhのみを抽出してそれを3次元計測領域として設定し、顔HMfの部分又は頭部HMhのみの3次元計測を行うようにする。その場合に、3次元計測の不要な部分については、3次元計測部111におけるスリット光の走査、受光、及び演算処理などを実行しないようにすればよい。

【0158】上述の実施形態においては、頭部材料AMhと胴体部材料AMbとを接合することによって立体模型MSを組み立て、これを完成品として販売するが、これらを接合することなく、別々に分離した状態で販売してもよい。また、加工された頭部材料AMhのみを立体模型MSの完成品として販売してもよい。立体模型MSは、そのまま又は適当な金具などを取り付けることにより、キーホルダー、ペンダント、又はブローチなどのアクセサリとなる。

【0159】上述の実施形態では、自動販売機としての使用を想定した人物模型製造システム1を例示したが、

製造した立体模型MSを無償で配付するものであってもよい。立体模型MSのサイズは、縮小サイズに限らず、実物大でも拡大サイズでもよい。計測対象は人物以外の生物でも無生物でもよい。

【0160】

【発明の効果】本発明によると、予備計測に2次元撮像部を用いて3次元計測のための条件設定又は対象物の状態分析を行うので、3次元計測装置の寿命を延ばすことができるとともに、3次元計測に要する時間を短縮することができる。

【0161】また、3次元計測部によっても予備計測を行い、それらの分析結果又は計測結果を組み合わせることによって、より正確な分析又は条件設定を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る人物模型製造システムの外観を示す図である。

【図2】人物模型製造装置の構成を示すブロック図である。

【図3】操作部を示す正面図である。

【図4】背景幕の位置を示す図である。

【図5】計測部の機能構成を示すブロック図である。

【図6】ビームスプリッタ及びセンサの構成を模式的に示す図である。

【図7】計測部による3次元計測の原理を説明するための図である。

【図8】計測部における3次元データの算出の原理を説明するための図である。

【図9】センサの読出し範囲を示す図である。

【図10】センサの撮像面におけるラインとフレームとの関係を示す図である。

【図11】重心演算回路の構成を示すブロック図である。

【図12】時間重心Npeakの概念を示す図である。

【図13】撮像面のフレームと計測可能距離範囲との関係を説明する図である。

【図14】投光窓及び受光窓を表示面の周辺に配置した例を示す図である。

【図15】投光窓及び受光窓の配置可能な位置を説明する図である。

【図16】投光窓及び受光窓を表示面と同一の視線上に配置した例を示す図である。

【図17】頭部材料及び胴体部材料の例を示す図である。

【図18】加工された頭部材料及び胴体部材料とを接合する状態を示す図である。

【図19】頭部材料の加工前及び加工後の形状の相違を示す図である。

【図20】頭部材料における顔の領域を示す図である。

【図21】補間処理によってスムージング加工される状

態を説明するための図である。

【図 2 2】頭部材料の位置を測定するための位置測定装置の構成の例を示す図である。

【図 2 3】他の形態の頭部材料とそのチャック装置の構成の例を示す図である。

【図 2 4】図 2 3 の頭部材料と胴体部材料とによる立体模型を示す図である。

【図 2 5】他の形態の頭部材料とそのチャッキング状態を示す図である。

【図 2 6】図 2 5 の頭部材料と胴体部材料とによる立体模型を示す図である。

【図 2 7】制御部の処理動作を示すフローチャート図である。

【図 2 8】制御部の処理動作を示すフローチャート図である。

【図 2 9】制御部の処理動作を示すフローチャート図である。

【図 3 0】制御部における 3 次元位置演算の処理手順を示すフローチャートである。

【図 3 1】第 1 の変形例の背景幕を示す図である。

【図 3 2】制御部における 3 次元位置演算の処理手順の変形例を示すフローチャートである。

【図 3 3】幕測定処理のフローチャートである。

【符号の説明】

3 人物模型製造装置 (3 次元計測装置)

1 1 計測部

1 2 制御部 (動作させる手段、分析手段、設定手段)

1 4 モニタ部 (警告を出力する手段)

1 5 スピーカ (警告を出力する手段)

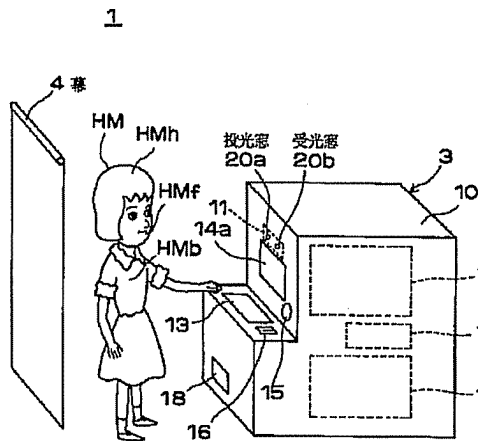
1 1 1 3 次元計測部 (3 次元計測部)

1 1 2 2 次元撮影部 (2 次元撮像部)

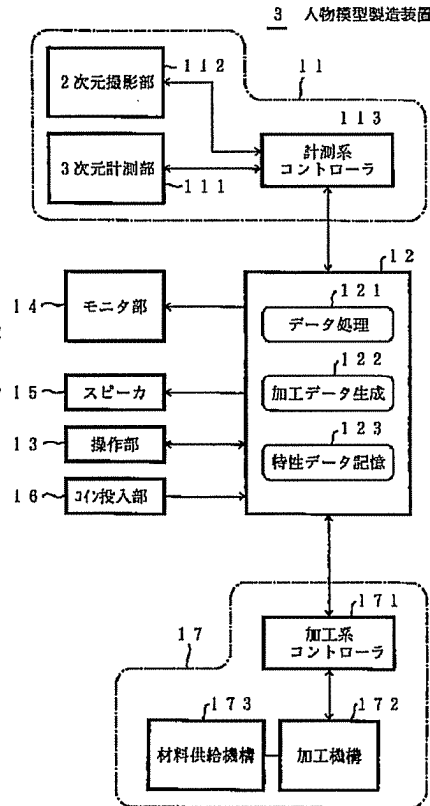
1 1 3 測定部コントローラ (動作させる手段)

HM 操作者 (対象物)

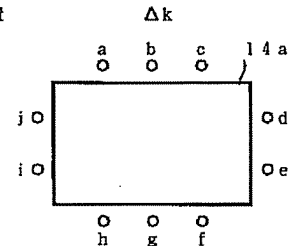
【図 1】



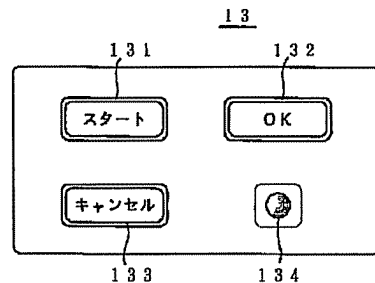
【図 2】



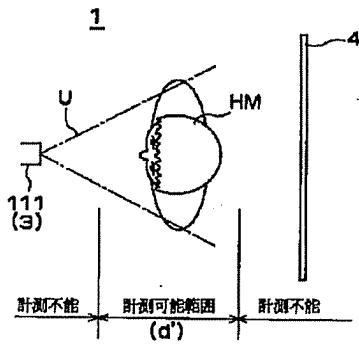
【図 15】



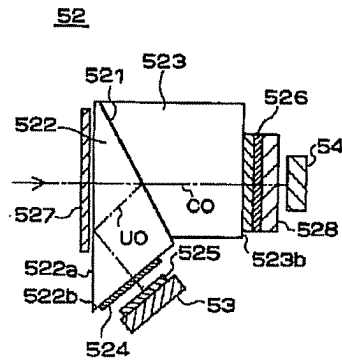
【図 3】



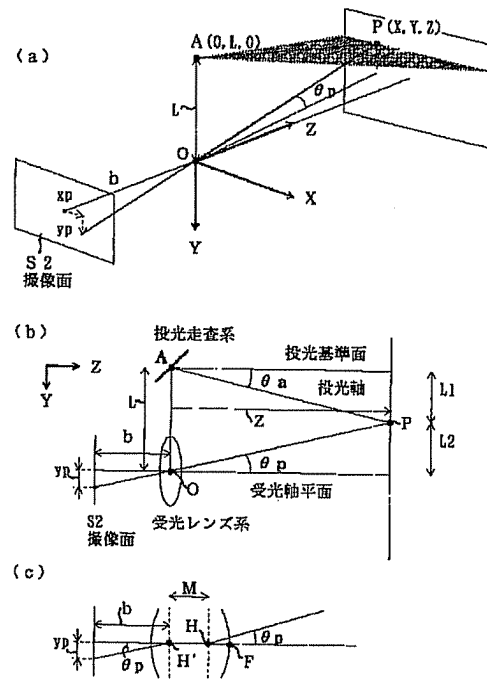
【図4】



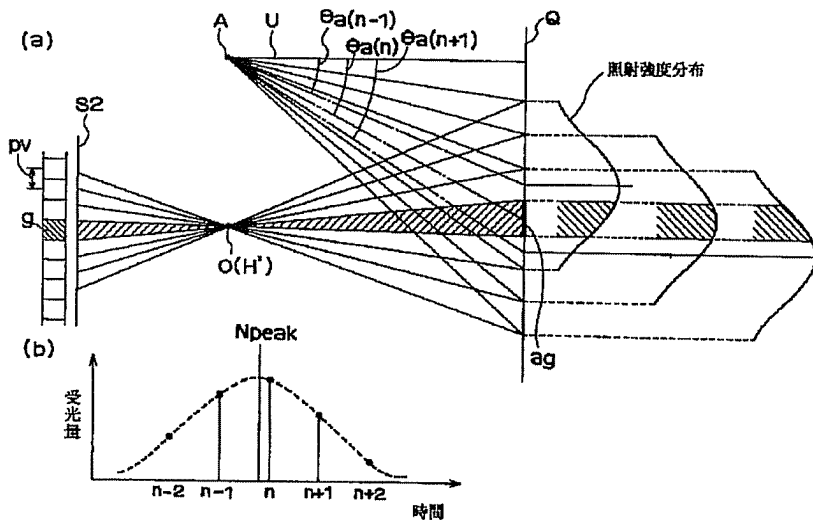
【図6】



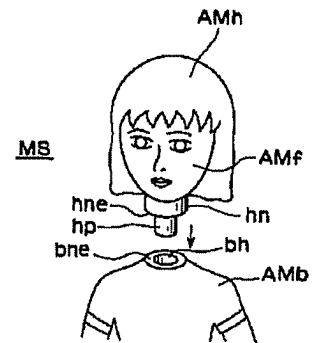
【図7】



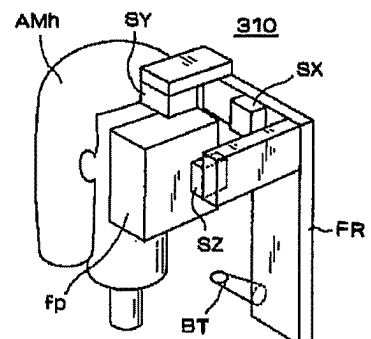
【図8】



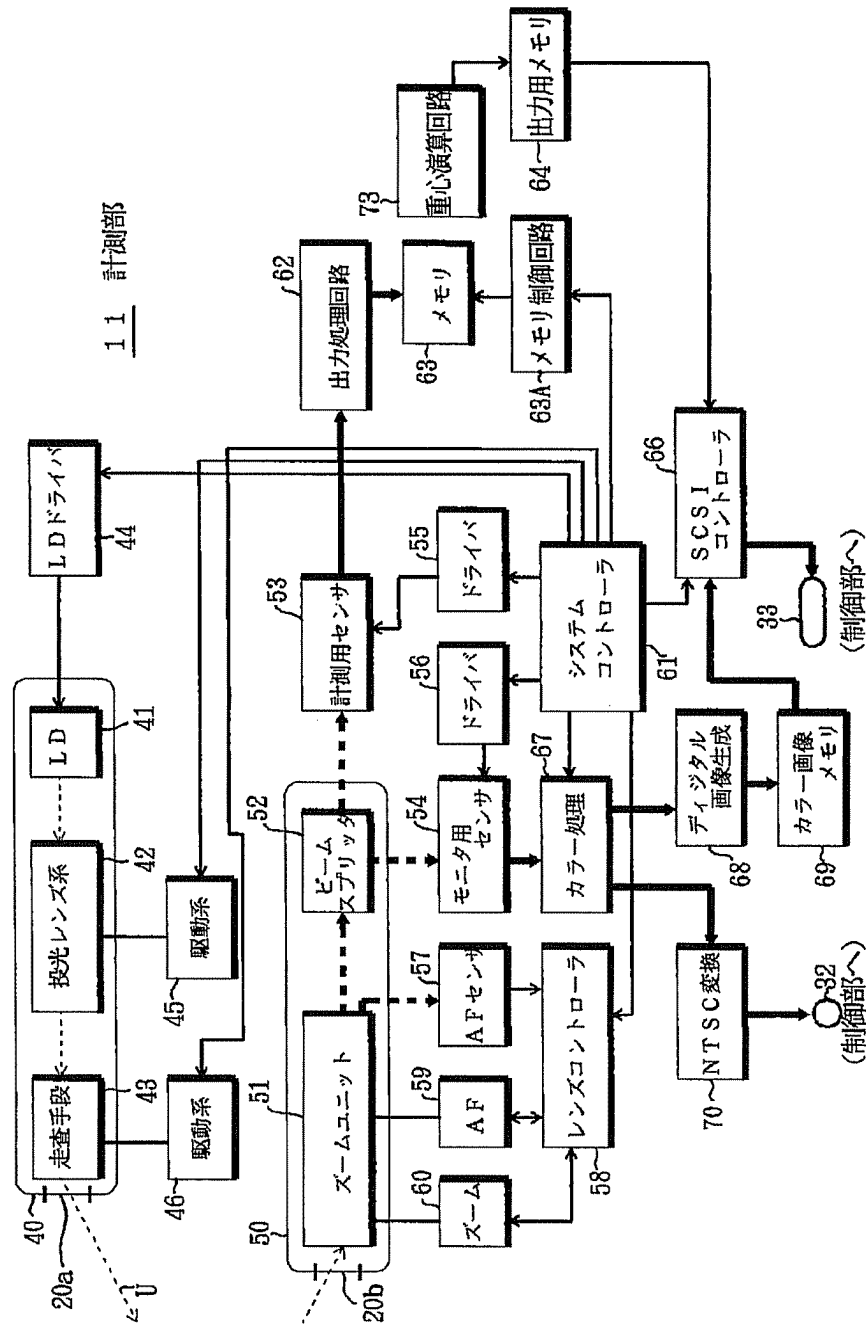
【図18】



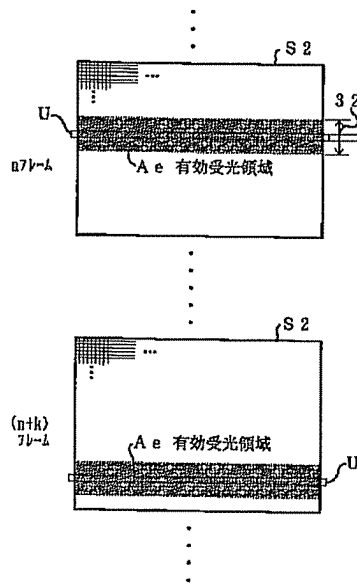
【図22】



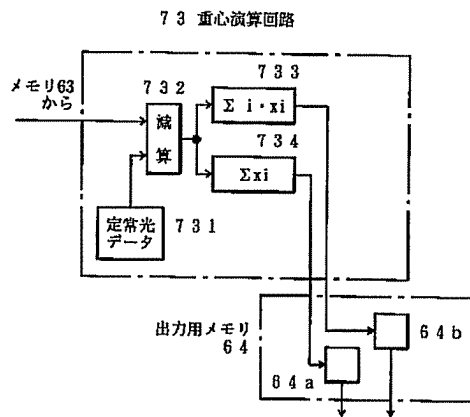
【図5】



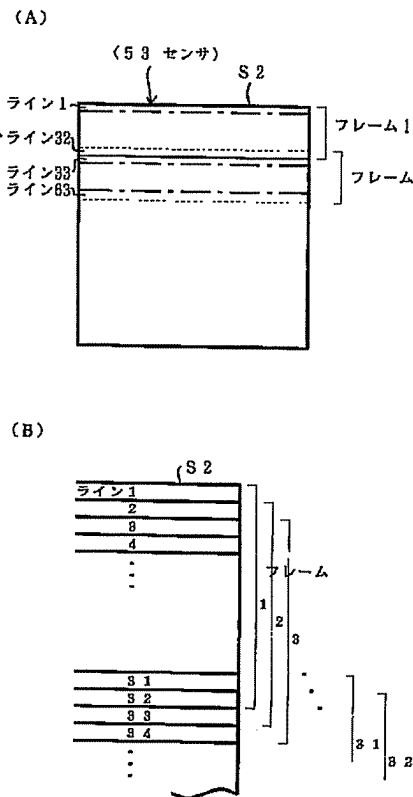
【図 9】



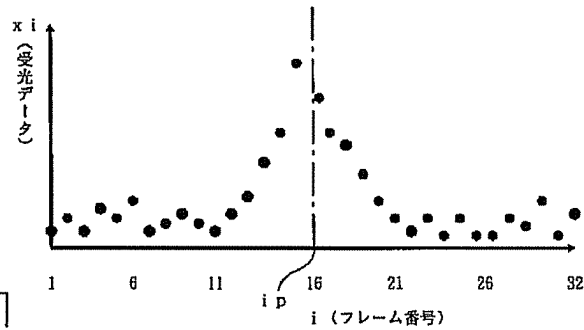
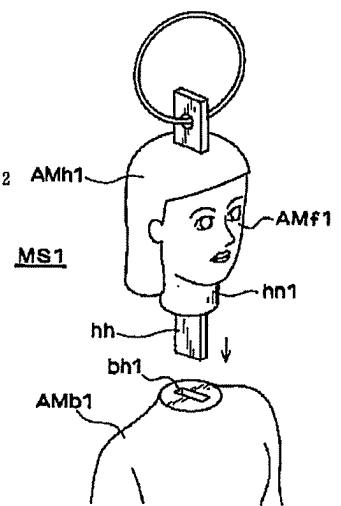
【図 11】



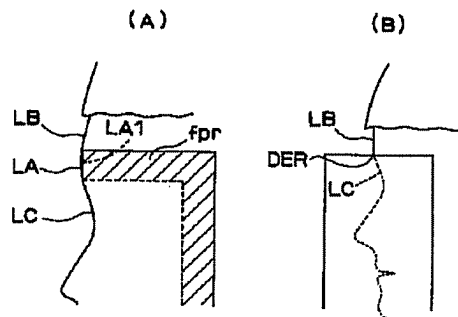
【図 10】



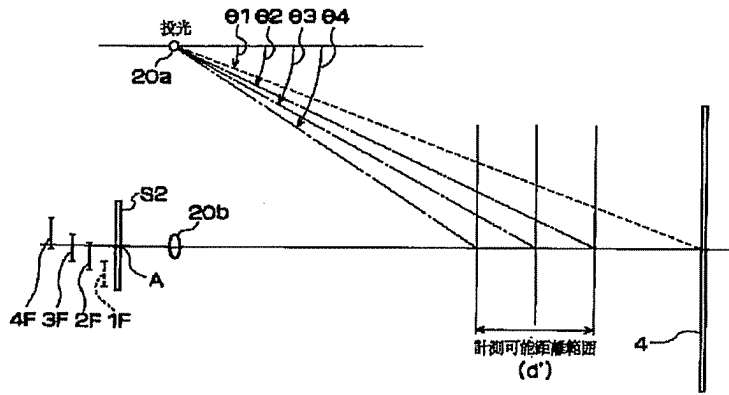
【図 12】



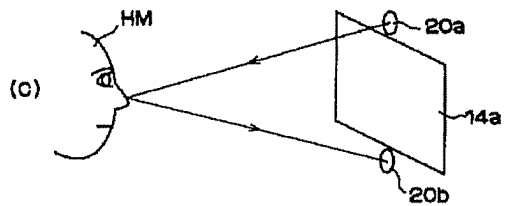
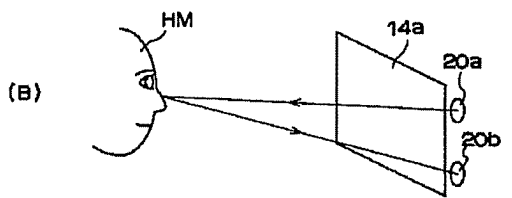
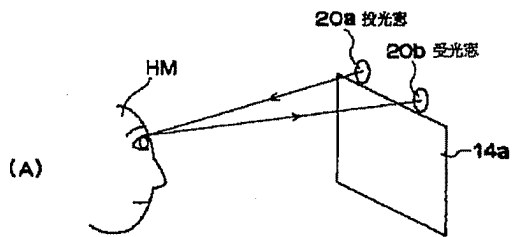
【図 21】



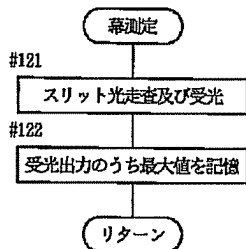
【図13】



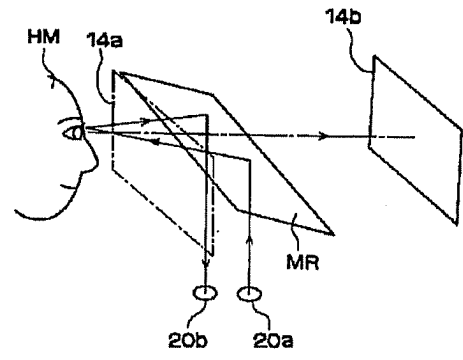
【図14】



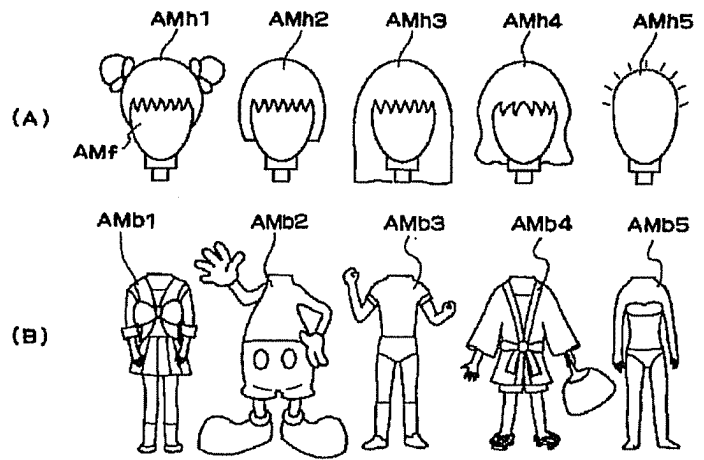
【図33】



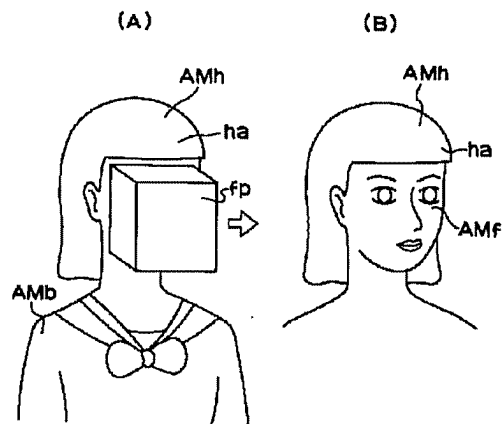
【図16】



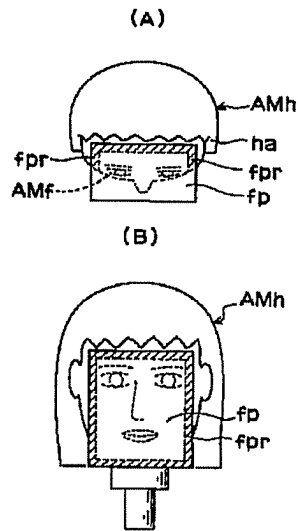
【図17】



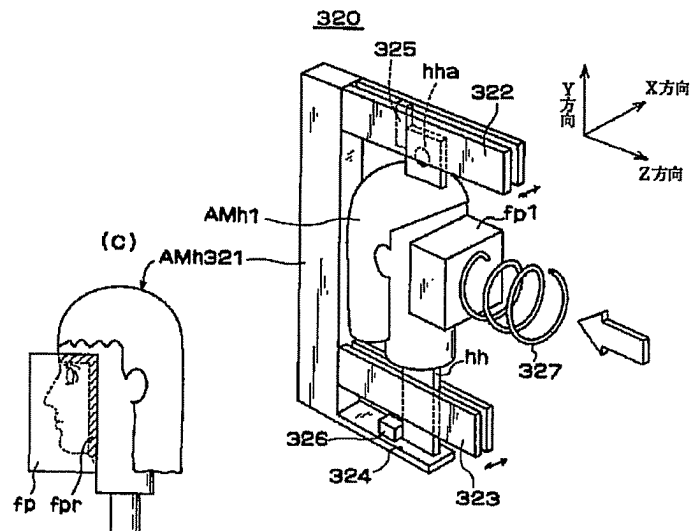
【図19】



【図20】

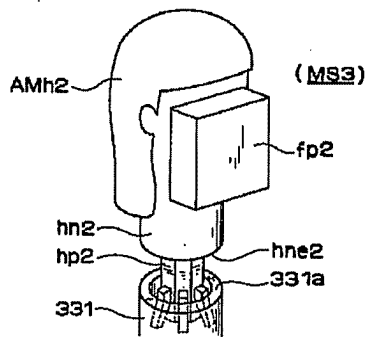


【図23】

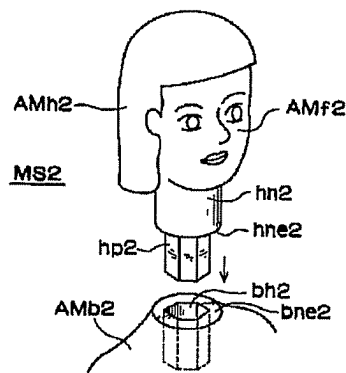


【図31】

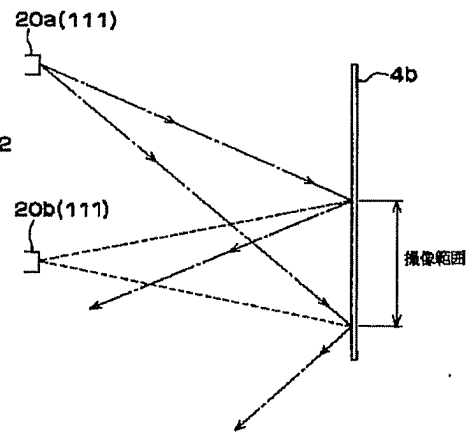
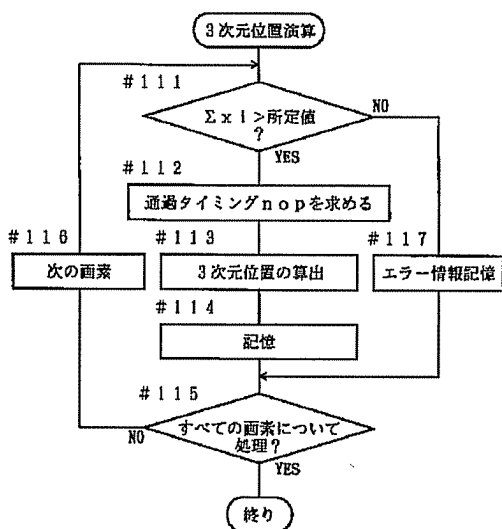
【図25】



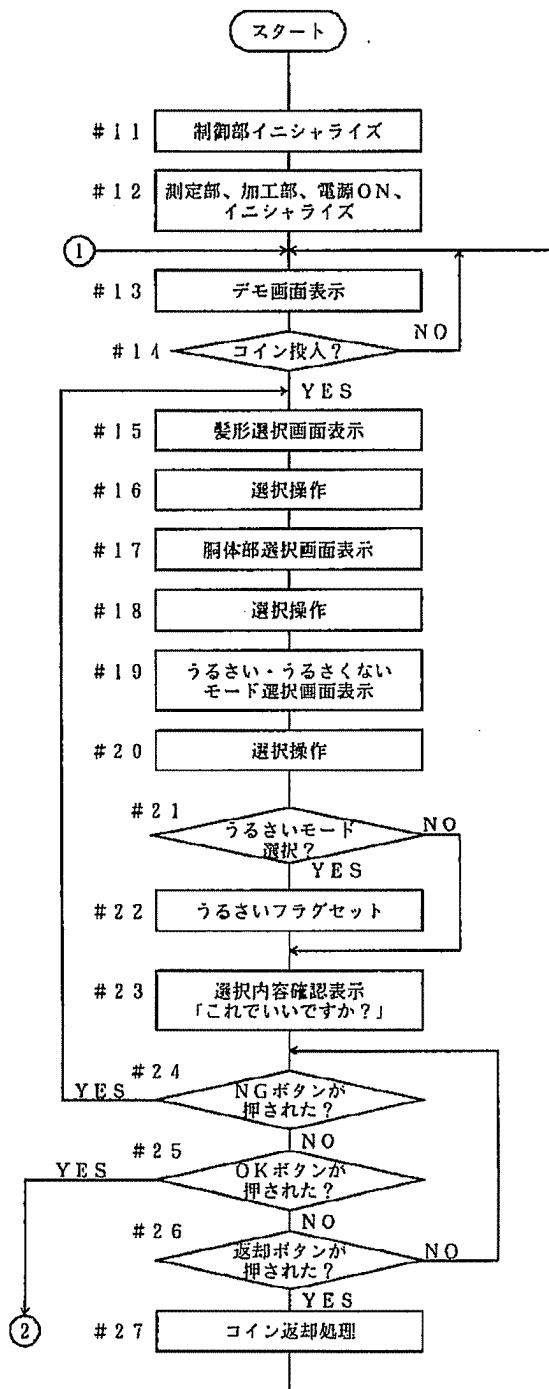
【図26】



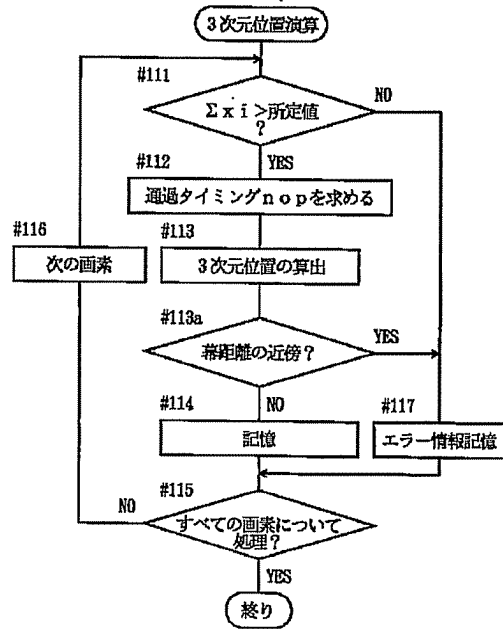
【図30】



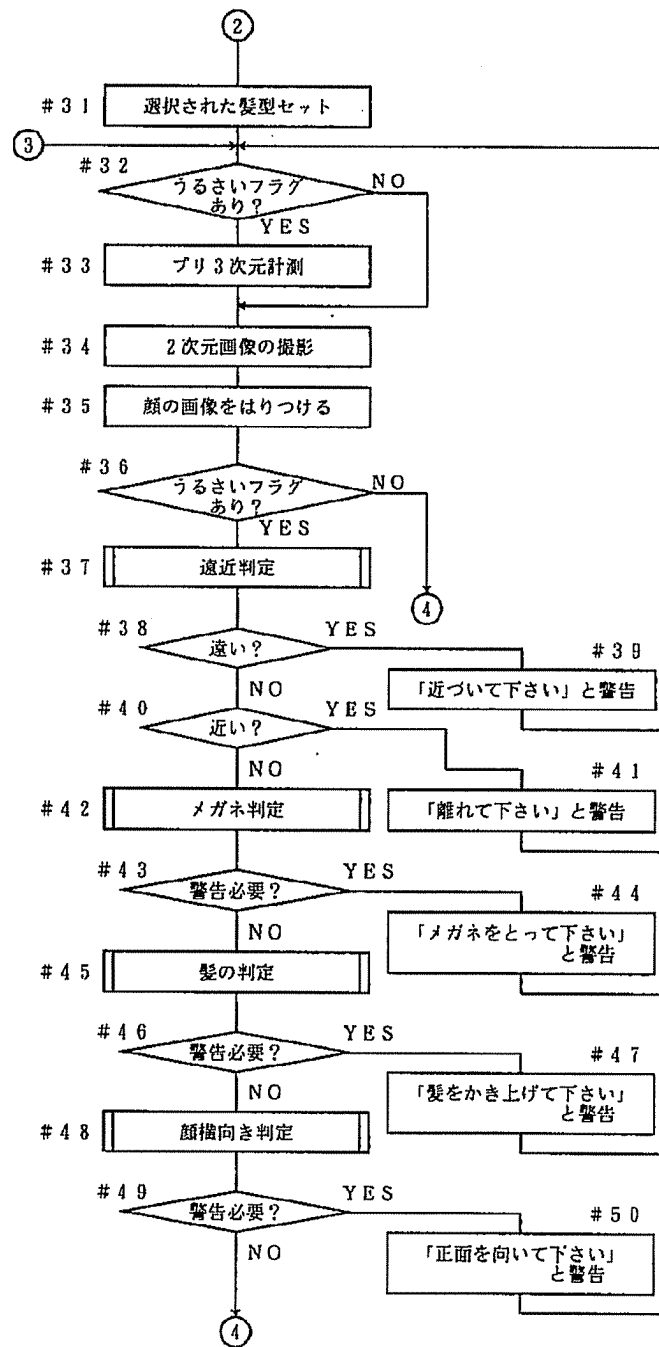
【図 27】



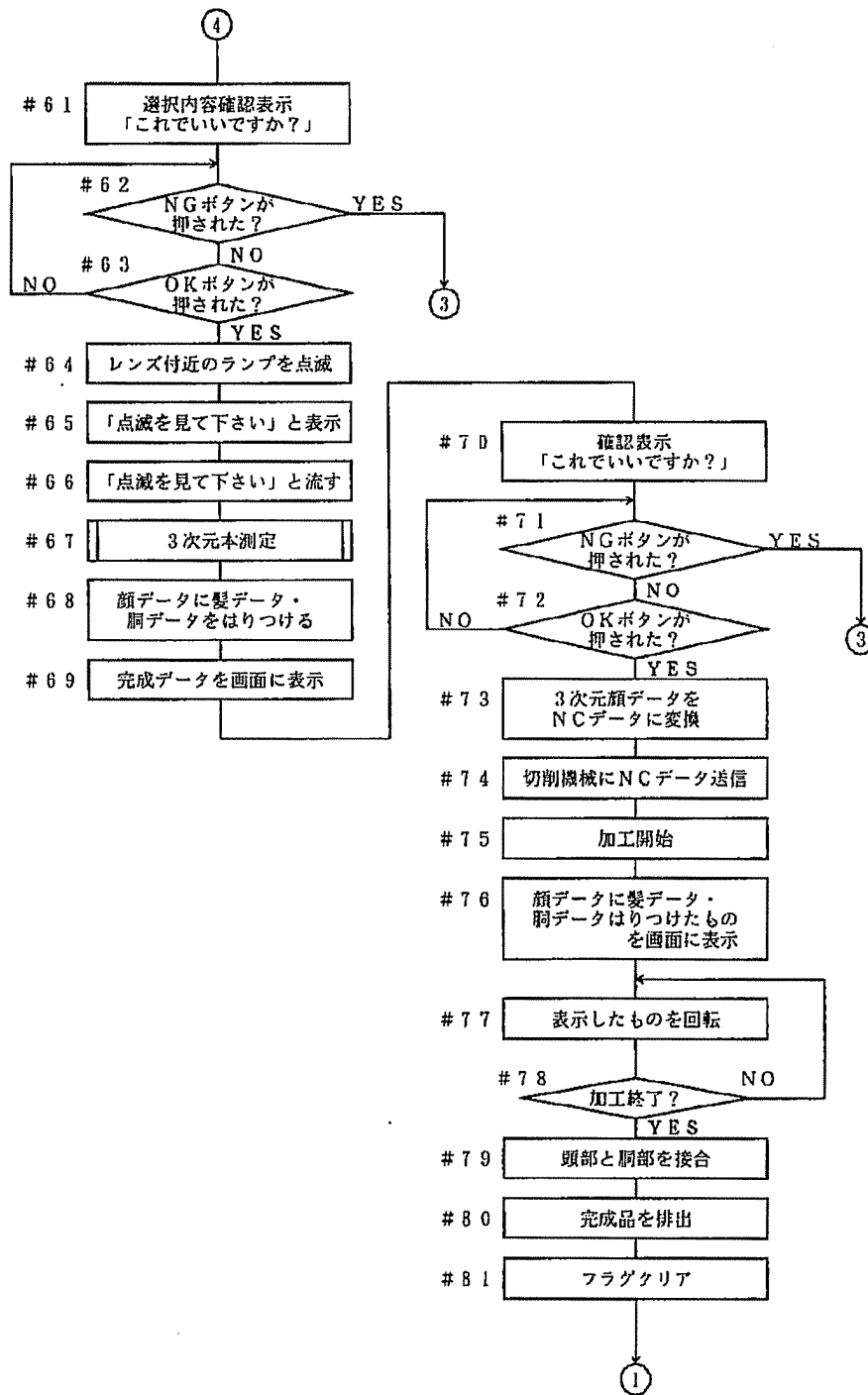
【図 32】



【図28】



【図29】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

B 2 3 Q 15/00

識別記号

3 0 5

F I

G 0 6 F 15/62

4 1 5

(72)発明者 近藤 尊司

大阪府大阪市中央区安土町二丁目 3 番13号

大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(72)発明者 中西 基浩

大阪府大阪市中央区安土町二丁目 3 番13号

大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(72)発明者 萩森 仁

大阪府大阪市中央区安土町二丁目 3 番13号

大阪国際ビル ミノルタ株式会社内